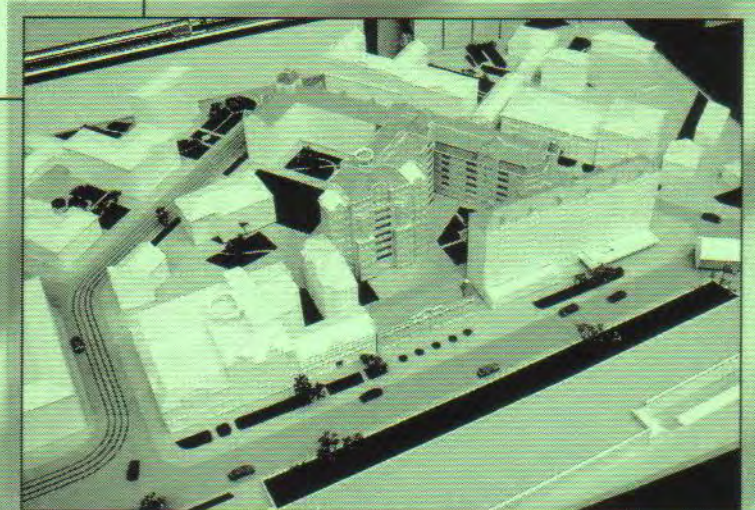
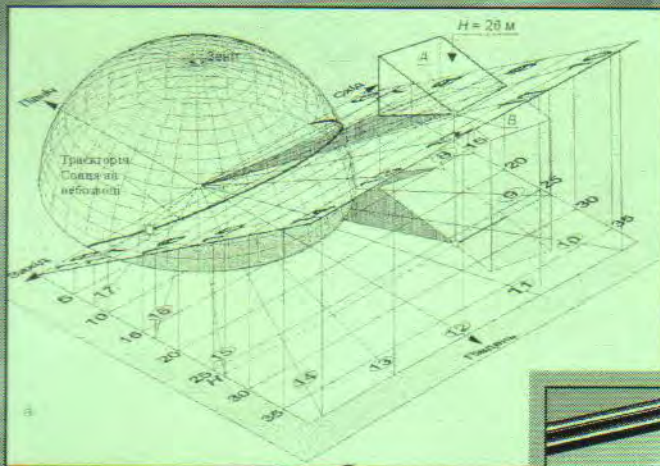


Тимофєєв М.В.
Сергейчук О.В.
Шамріна Г.В.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Тимофєєв М.В., Сергейчук О.В., Шамріна Г.В.

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЖИТЛОВОЇ
ЗАБУДОВИ**

Київ – 2015

УДК 711.4:551.58 (075.8)
ББК 38.587
Т41

Рецензенти: *М.В. Савицький* – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри «Залізобетонні і кам'яні конструкції» ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ

О.В. Семко – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Архітектура та міське будівництво» Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка

Г.Г. Фаренюк – д.т.н., с.н.с., директор Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Київ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів архітектурних спеціальностей вищих навчальних закладів (лист МОНУ № 1/11-10230 від 03.07.2014)

Тимофєєв М.В.

Т41 Комплексна оцінка кліматичних умов житлової забудови / М.В. Тимофєєв, О.В. Сергейчук, Г.В. Шамріна: навчальний посібник. – К., КНУБА, 2015. – 128 с.

Наведені основні уявлення про кліматичні чинники, типи погоди та режими експлуатації будівель, розглянуті умови комплексної оцінки кліматичних факторів, дано способи розрахунку інсоляції та вітрового режиму забудови, наведено список рекомендованої літератури.

Призначений для студентів, які навчаються за напрямом «Архітектура» (6.060102).

УДК 711.4:551.58 (075.8)
ББК 38.587

© М.В. Тимофєєв, О.В. Сергейчук, Г.В. Шамріна 2015

© КНУБА, 2015

ISBN 978-966-627-186-3

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. КЛІМАТ І МІСТОБУДІВНИЦТВО.....	5
1.1 Об'єкти містобудівельного проектування та їх взаємодія з кліматом.....	5
1.2 Аналіз впливу природного ландшафту на клімат міста.....	11
1.3 Аналіз радіаційного режиму міської забудови.....	16
1.4 Аналіз теплового режиму міської забудови.....	28
1.5 Аналіз аераційного режиму міської забудови.....	29
1.6 Кліматичні умови, що сприяють забрудненню повітря у містах.....	38
2. КЛІМАТ І ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ.....	46
2.1 Вплив кліматичних факторів на конструкції будинків та мікроклімат приміщень...46	
2.2 Архітектурні заходи регулювання мікроклімату приміщень та територій навколо будинків.....	55
3 УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В АРХІТЕКТУРНОМУ ПРОЕКТУВАННІ.....	84
3.1 Кліматичний район місця забудови	86
3.2 Кліматичні показники	86
3.2.1 Температурні показники.....	86
3.2.2 Характеристики вітру.....	87
3.2.3 Енергетична освітленість сонячної радіації.....	91
3.2.4 Вологість повітря. Гігрометричні величини.....	92
3.2.5 Опади і сніговий покрив	94
3.2.6 Хмарність.....	94
3.3 Типи погоди і режими експлуатації житла.....	94
3.4 Літній температурно-вологісний режим місцевості.....	94
3.5 Температурно-вітровий режим місцевості	95
3.6 Оцінка сторін горизонту за комплексом кліматичних факторів.....	96
3.6.1 Пофакторна оцінка.....	97
3.6.2 Бальна оцінка показників клімату за комплексом факторів.....	97
3.7 Інсоляція території забудови і приміщень будинків.....	98
3.7.1 Загальні положення.....	98
3.7.2 Визначення тривалості інсоляції в точці на території забудови.....	101
3.7.3 Оцінка умов інсоляції приміщення	103
3.7.3.1 Оцінка умов інсоляції приміщення через віконний отвір за допомогою інсоляційної лінійки.....	103
3.7.3.2 Оцінка умов інсоляції приміщення через віконний отвір за допомогою сонячної карти за методом розрахункової точки.....	106
3.8 Оцінка аерації забудови	113
3.8.1 Загальні відомості.....	113
3.8.2 Значення комфортних швидкостей.....	114
3.8.3 Перерахунок швидкості з рівня флюгера на рівень перебування людини.....	114
3.8.4 Вітровий режим в приземній області одиночної будівлі.....	115
Література.....	118
Додаток А Значення парціального тиску насиченої водяної пари E (Па) для різних температур.....	122
Додаток Б Терміни та визначення понять в інсоляційних розрахунках.....	123
Додаток В Застосування озеленення в регулюванні мікроклімату території	127

ВСТУП

Кліматологія - це наука про клімат, його типи, умови розповсюдження по земній поверхні та зміни за часом. Клімат є однією з географічних характеристик місцевості, знання і розуміння якої необхідно для правильного вирішення питань господарської діяльності людини та пристосування його житлово-побутових умов до навколишнього середовища.

Предметом вивчення кліматології є погодні умови, сукупність виявлення яких в приземному шарі атмосфери утворює клімат даної місцевості.

Клімат в будівельній практиці розглядається на різних рівнях і підрозділяється на *макро-* (регіони держави), *мезо-* (великі території) та *мікроклімат* (територія забудови). Клімат впливає на людину через мікроклімат будівель і забудови. Сонячна радіація і вітер – основні елементи, що пов'язують клімат і мікроклімат в єдину систему. У зв'язку з цим будівельна кліматологія враховує взаємодію клімату, архітектурно-планувальної структури міст і архітектури будинків.

В посібнику перші два розділи присвячені теоретичним основам будівельної кліматології, третій – практичним рекомендаціям до архітектурного проектування. Основна мета посібника – допомогти студентів архітектурної спеціальності виконати курсову роботу з будівельної кліматології.

Всі побажання та зауваження слід направляти до Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: проспект Повітрофлотський, 31, Київ, 03680.

1 КЛІМАТ І МІСТОБУДІВНИЦТВО

1.1 Об'єкти містобудівельного проектування та їх взаємозв'язок з кліматом

Об'єктами містобудівельного проектування є міста та селища, житлові та громадські комплекси, промислові райони та зони відпочинку¹. Кожний об'єкт має свою специфіку, але всі вони мають спільну рису — це частина природного середовища, що пристосована для життєдіяльності групи людей. Далі ми будемо говорити об особливостях впливу клімату на архітектурно-планувальне рішення *міст* та о формуванні їх мікроклімату, при цьому будемо розуміти, що виявлені закономірності в той чи іншій мірі розповсюджуються на будь які об'єкти містобудівельного проектування.

Історично поселення виникали у найбільш сприятливих природно-кліматичних умовах, там, де людям потрібно було застосовувати мінімальні зусилля по забезпеченню свого існування. При цьому слід враховувати, що різноманітні кліматичні умови на земній кулі зробили різні психо-біологічні впливи на людей. Відповідно до існуючого кліматичного середовища відбулася певна адаптація організму людини до умов конкретного клімату. Відомо, що зона комфорту для людини, що живе у тропіках, знаходиться в межах 25—30°C, а для людини з Центральної Європи їй буде відповідати температура 15—21°C при відносній вологості повітря 30—70% та швидкості його руху 3,5 м/с [1].

Поступово, при виборі місця для розміщення міста, все більше значення стало набувати економічний фактор — місто стає промисловим, торговим та т. і. центром; його будують, наприклад, там, де треба добивати корисні копалини, обслуговувати АЕС, порт чи космодром. В цьому випадку кліматичні умови вже не є визначальними.

Відносно виникнення та розвитку міст майбутнього існує багато теорій [2, 3]. Згідно з однією із найбільш реальних (так називаної "кінетичної системи розселення" А. Іконнікова) штучне середовище — міста розселення — буде в подальшому концентруватися у зонах зі сприятливим життєвими умовами, а за її межами будуть організовуватись лише мобільні, тимчасові форми піонерського розселення, що зв'язані з розробкою корисних копалин [4].

Клімат впливає на уклад життя населення міста, відбивається на організації праці, побуту та відпочинку. Тому необхідно при архітектурно-планувальному вирішенні міст вірно та усебічно враховувати природно-кліматичні умови. Завдання містобудівників є не пасивне пристосування до місцевих кліматичних умов, а розробка ефективних засобів, спроможних максимально компенсувати чи усунути недоліки природних умов середовища, при повному використанні її корисних якостей.

Як що умовно розділити всі види клімату, що зустрічаються на Землі на чотири типи: холодний, помірний, жаркий сухий та теплий вологий, то для кожного типу можливо сформулювати наступні найбільш загальні містобудівельні вимоги [5],[6],[1].

У холодному клімату — максимальний захист людини від переохолодження (пішохідна досяжність до об'єкту з штучним кліматом— 15-30 хвилин); максимальна інсоляція території; захист території від вітру та завірюхи.

У помірному клімату — необхідний захист людини від переохолодження у холодний та від перегріву у теплий період року, використання сприятливих умов клімату; інсоляція

¹ Поряд з окремими поселеннями містобудівництво вирішує просторову організацію великих територіальних систем — районів, що складаються з ряду поселень та територій між ними. Зміст містобудівельних завдань на цьому рівні визначається вимогами розвитку та удосконалення територіальної структури єдиного економічного комплексу країни чи окремих її регіонів [7]. Врахування кліматичних факторів у цих задачах проводиться з точки зору раціонального використання природних ресурсів, охорони та покращення навколишнього середовища. Ці питання не є предметом розгляду цього посібника.

території у холодний та помірний сонцезахист у теплий період року; помірний вітрозахист та вологозахист території на морському узбережжі.

У жаркому сухому клімату — максимальний захист людини від перегріву (сонцезахист та зменшення часу перебування людини просто неба, використання замкненої композиції та підвищеної щільності забудови); захист від пилу території; штучне підвищення вологості (обводнювання територій); максимально можливе озеленення.

У теплому вологому кліматі — максимальний захист людини від перегріву (сонцезахист та зменшення часу перебування людини просто неба), використання аерації території (розкрита композиція, дома підняти над землею на колонах); захист від підвищеної вологості та зливів.

Ці вимоги конкретизуються в нормативах конкретної країни. Наприклад, для будівельно-кліматичного районування території колишнього СРСР вони наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Вимоги до забудови міст у кліматичних підрайонах колишнього СРСР (за [5])

Архітектурно-планувальний показник	Значення показника у кліматичному підрайоні																		
	ІД	ІА	ІБ	ІГ	ІА	ІІГ	ІВ	ІІБ	ІВ	ІІВ	ІІБ	ІІА	ІІА	ІІІГ	ІІІВ	ІІІБ			
Потреба у сельбищній ² території на 1000 люд., га	До 3 поверхів: 7-20, від 4 до 8 поверхів: 5,6-8, 9 і більше поверхів: 4,9-7					До 3 поверхів: 10 - 20, від 4 до 8 поверхів: 8, 9 і більше поверхів: 7													
Площа озелененої території мікрорайону, м ² /люд.	Північніше 58° півн. ш.:					—													
	не менш 3					не менш 6													
Площа озелененої території загального користування у містах м ² /люд.	Південніше 58° півн. ш.: не менш 5																		
	2 -10					6 -10					6 -12			4,2-10		6 - 10			
Розрахункова кількість одночасних відвідувачів, люд./га	Парків:																		
	50 - 100					—											40 -100	50 -100	
	Лісів:																		
Радіус обслуговування населення у житловій забудові, не більш, м	Дошкільні заклади:																		
	210					300											210	300	
	Поліклініки:																		
	700					1000											700		300
	Підприємства торгівлі та громадського харчування:																		
350 - 560					500 - 800											350-560		500-800	
Дальність пішохідних підходів до зупинок пасажирського транспорту, м	400	300					500					400							

² Сельбищна територія міста — це територія, що складається з районів, зайнятих комплексами житлових будинків, громадських установ, будинків і споруд, у т. ч. навчальних, проектних, науково-дослідних та інших інститутів без дослідних виробництв, внутрішньосельбищна вулично-дорожня і транспортна мережа, а також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва й місця загального користування. В залежності від величини поселення та характеру забудови може мати площу із розрахунку 80-180 м² на одного жителя. З них ділянки міських громадських будинків, комунальних підприємств та об'єктів легкої промисловості займають 15-20%, вулиці та площі — 15-20%, загальноміські озеленені території — 10-15%, житлова забудова — 50% [7].

Для території України ці вимоги ще більш конкретизовані стосовно кліматичних підзон згідно за її фізико-кліматичним районуванням. Ці вимоги сформульовані у [8]. Вони наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Вимоги до забудові міст у кліматичних підзонах України (за [8])

Архітектурно-планувальний показник	Значення показника у кліматичній підзоні											
	ПВ1	ПВ4	ПВ2	ПВ3	ПВ1	ПВ2	ПВ1	ПВ2	ПВ1	ПВ2		
Площа громадських територій загальноміського центру, м ² /люд.	5 - 12					4 - 8						
Потреба у сельбищній території на 1000 люд., при середній поверховості забудови, га	9 і більше поверхів— 7; від 4 до 8 поверхів — 8; до 3 поверхів без земельних ділянок — 10; до 3 поверхів із земельними ділянками — 20; 1-2 поверхи у сільських поселеннях — 50											
Розрахункова щільність населення території житлового району ³ , люд./га	110 - 220											
Розрахункова щільність населення території житлового кварталу ⁴ , люд./га	У сприятливих умовах рельєфу — 180 - 450; в умовах складного рельєфу при ухилі понад 20% і експозиції схилів у межах сектору горизонту 310-50°, якщо схили цієї орієнтації складають понад 50% площі кварталу — 162 - 450											
Площа озелененої території у межах житлового кварталу, м ² /люд.	Не менше 6											
Площа озелененої території загального користування у межах житлового району, м ² /люд.	6					7					—	8
Площа озелененої території загального користування у межах міста, м ² /люд., при кількості населення, люд.:												
• 100 000 і більше	10		11			12			—		15	
• від 50 000 до 100 000	7		8			9			—		11	
• від 20 000 до 50 000	8		9			10			—		12	
• до 20 000	10		11			12			—		15	
• сільські поселення	12		13			14			—		17	
Максимальна кількість одночасних відвідувачів територій парків, лісопарків, лісів, зелених зон, люд./га:	Для міських парків — 100; для парків зон тривалого відпочинку — 70; для парків-курортів — 50; для парків зон короткочасного відпочинку — 20; для лісопарків — 10; для лісів — 1 - 3											
Радіус обслуговування населення у житловій забудові, не більше, м	Дошкільні установи — 300; загальноосвітні школи різних ступенів освіти — 750-2000; поліклініки — 1000; підприємства торгівлі та громадського харчування — 500 - 800											
Дальність пішохідних підходів до зупинки пасажирського транспорту, м	500; в умовах складного рельєфу зазначену відстань треба зменшувати на 50 м на кожні 10 м переборюваного перепаду рельєфу											
Тривалість інсоляції приміщень, год./день:	У період з 22 березня по 22 вересня:											
• житлових будинків та територій	не менше 2,5											
• дитячих установ, охорони здоров'я	не менш 3											
Примітки: 1. В умовах забудови будинками у 9 поверхів і більше допускається одноразова переривчатість інсоляції приміщень при умові збільшення сумарної тривалості інсоляції на 0,5 год. відповідно до кожної категорії. 2. При складних містобудівельних умовах допускається скорочення тривалості інсоляції відповідних приміщень на 0,5 год.												
Захист будинків і територій від перегрівання	—					Шляхом застосування вільної, що добре аерується, забудови, озеленення, обводнення, використання сонцезахисних засобів						

³ *Житловий район* — структурний елемент сельбищної території площею 80 -400 га, у межах якого формуються житлові квартали, розміщуються установи і підприємства з радіусом обслуговування не більше 1500 м, а також об'єкти міського значення. Межами житлового району є магістральні вулиці й дороги загальноміського значення, природні й штучні мажі.

⁴ *Житловий квартал* — первісний структурний елемент житлового середовища, площею до 50 га, обмежений магістральними або житловими вулицями, проїздами, природними межами тощо.

В свою чергу велике сучасне місто сильно впливає на клімат. Воно створює свій місцевий клімат, а на окремих його вулицях і площах створюються своєрідні мікрокліматичні умови, обумовлені міською забудовою, покриттям вулиць, розподілом зелених насаджень й ін.

Велике місто, особливо із сильно розвитою промисловістю, забруднює атмосферу над собою, збільшує її мутність і тим самим зменшує приплив сонячної радіації. За рахунок збільшення мутності може втрачатися до 20 - 22 % сонячної радіації. У радіусі до 3 км від великих промислових підприємств зниження інтенсивності прямої сонячної радіації може складати 35 - 40 %. Це зниження ще посилюється високою забудовою у вузьких вулицях. Унаслідок тієї ж завіси диму і пилу на території міста знижене ефективне випромінювання, а стало бути, і нічне вихолоджування. З іншого боку, у місті до розсіяної радіації приєднується радіація, відбита стінами і покриттями вулиць.

Дахи і стіни будинків, бруківки й ін., поглинаючи радіацію, нагріваються протягом дня сильніше, ніж ґрунт і трава, і віддають тепло повітрю, особливо ввечері. Тому температури повітря в містах у 70-80% випадків вище, ніж у сільській місцевості; у великих містах середні річні температури вище на 1-4°C й більш. Особливо підвищує місто мінімальні температури. Різниця мінімальних температур на міській і замиській станціях може досягати декількох градусів, тому сезонні та добові контрасти температур у місті значно менші, початок та кінець всіх сезонів зрушені — весна настає на 1-2 тижні раніше, а зима – на стільки ж пізніше, ніж за містом. З ростом міста, тобто зі збільшенням його забудови, температура в місті росте.

Випар, а значить, і вологість у місті зменшені внаслідок покриття вулиць і стоку води в каналізацію.

Оскільки територія міста нагріта більше, ніж навколишня місцевість, і має більшу шорсткість, над містом підсилюється конвекція і більше розвиваються хмари, що також зменшує число годин сонячного сяйва і кількість ясних днів. Спостерігається і збільшення опадів над містом.

Система міських вулиць і площ приводить до змін напрямку вітру у місті. Вітер переважно спрямовується уздовж вулиць. В цілому швидкість вітру в місті слабшає, але у вузьких вулицях підсилюється; на вулицях і перехрестях легко виникають курні вихори і поземки.

У тиху антициклонічну погоду на перегрітій території міста спостерігається явище так називаного *міського бризу*. Слабкі вітри спрямовані удень від навколишньої місцевості до центру міста, при посиленні висхідного руху повітря над містом. Якщо загальний перенос повітря досить сильний, це явище непомітне.

При стійкій стратифікації атмосфери, особливо при інверсіях температури, дим може накопичуватися в приземному шарі атмосфери в такій кількості, що робить шкідливу фізіологічну дію. Відоме задимлене повітря великих портових і промислових міст. Отрутні дими і гази, що є відходами виробництва, можуть накопичуватися в нижніх шарах, особливо якщо цьому сприяє рельєф місцевості, і приводити до масових отруєнь.

Автомобільний транспорт вносить найбільший вклад у забруднення повітря міст. Наприклад, у Лос-Анджелесі, дуже великому місті з розвинутою промисловістю і величезною кількістю автомобілів (понад 3 млн.), за добу надходить у повітря до 40 т твердих часток, 450 т окису сірки і 190 т окису азоту [9].

Місто впливає не тільки на власний погодно-кліматичний режим, але й на режим території, що його оточує. Зона цього впливу може досягати площі, що перевищує у 50 разів площу самого міста.

В залежності від характеру містобудівельної ситуації окремих районів міста (прийоми та щільність забудови, поверховість, озеленення та благоустрій, близькість водойм та т. і.) їх мікрокліматичні характеристики можуть суттєво відрізнятися.

На рис. 1.1 на прикладі м. Києва наведено аналіз макро- та мікрокліматичних умов великого міста, що має досить складний рельєф, різні ландшафтні характеристики та різноповерхову забудову [10].

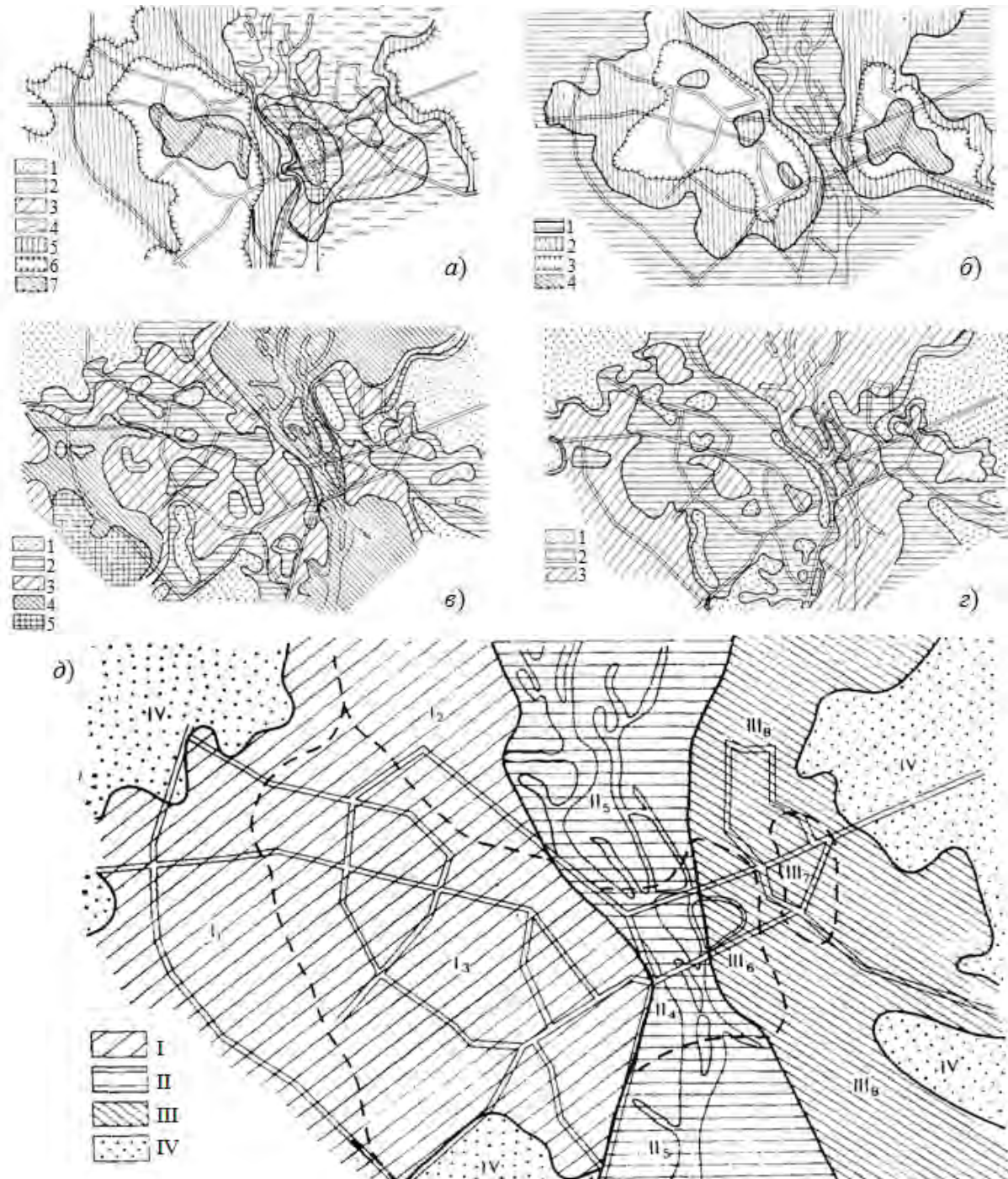


Рис. 1.1 – Мезо- та мікрокліматичне районування території Києва

a — Карта-схема різниць температури повітря зимою між даними міста та пригорода: 1) $-2,0 \div -1,5^{\circ}\text{C}$; 2) $-1,4 \div -1,0^{\circ}\text{C}$; 3) $-0,9 \div -0,5^{\circ}\text{C}$; 4) $-0,4 \div 0,0^{\circ}\text{C}$; 5) $0,1 \div 0,5^{\circ}\text{C}$; 6) $0,6 \div 1,0^{\circ}\text{C}$; 7) $1,1 \div 1,5^{\circ}\text{C}$.

б — Карта-схема різниць температури повітря літом між даними міста та пригорода: 1) 0°C та нижче; 2) $0,1 \div 0,5^{\circ}\text{C}$; 3) $0,6 \div 1,0^{\circ}\text{C}$; 4) $1,1 \div 1,5^{\circ}\text{C}$.

в — Карта-схема відношення швидкості вітру літом у місті при північному його напрямку: 1) менше 1,0; 2) $1,0 \div 2,0$; 3) $2,1 \div 3,0$; 4) $3,1 \div 4,0$; 5) більше 4,0.

з — Карта-схема відношення швидкості вітру літом у місті при південному його напрямку: 1) менше 1,0; 2) $1,0 \div 2,0$; 3) $2,1 \div 3,0$ та більше.

д — Карта мезо- та мікрокліматичного районування території міста:
Мезокліматичні зони: I — правобережжя; II — заплава Дніпра; III — лівобережжя; IV — приміські лісні масиви.
Мікрокліматичні райони: I₁ — західний; I₂ — прибережний; I₃ — інша частина правобережжя; II₄ — вузька середня частина заплави Дніпра; II₅ — верхня та нижня частини заплави; III₆ — район, що примикає до лівого берегу Дніпра; III₇ — центральний; III₈ — інша частина лівобережжя

По температурі повітря наведено дві карти, що характеризують середні величини за денний строк літнього (травень - вересень) та зимового (грудень - лютий) сезонів. Вони дані у відносних одиницях — різницях величин між містом та пригородом (метеостанція Бориспіль), у вигляді зон відхилень температури в межах певної градації (рис. 1.1, а, б). Таким чином, на картах відображені кількісні характеристики мезоклімату міста та одночасно його мікрокліматичні зміни між зонами та районами. В зв'язку з тим, що ці зміни досить суттєві, особливо у зимові місяці, на території Києва були виділені чотири мезокліматичні зони (рис. 1.1, д).

Карти розподілу швидкості вітру побудовані по даним, що розраховані відносно опірної метеостанції Київ (обсерваторія) на висоті 1,5 м. Вони дають розподіл по території Києва коефіцієнта K , що являє собою відношення швидкості вітру у будь-якій точці міста до швидкості вітру на опірній станції. Вони також характеризують мікроклімат міста у денні часи, причому окремо для вітрів північного та південного напрямків (рис. 1.1, в, г). Такий розподіл було обумовлено досить чіткою залежністю швидкості вітру від його напрямку.

Результатом комплексного аналізу температури та швидкості вітру є макро- та мікрокліматичне районування території міста (рис. 1.1, д)⁵. Детальні характеристики мезокліматичних зон м. Києва та їх мікрокліматичних районів наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Мезо- та мікрокліматичне районування території Києва у (за [10])

Мезо-кліматична зона	Мікро-кліматичний район	Різниця між кліматичним параметром у зоні (районі) та пригородом			Співвідношення швидкостей вітру у зонах (районах)	
		Зима	Літо			
		Температура повітря, °С	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	При північному вітрі	При південному вітрі
I		Від -1,5 до -0,5	Від 0,0 до 1,0	Від -10 до -5	Від 1,0 до 4,0	Від 1,0 до 2,0
	I ₁	Від 0,0 до 1,0	Від 0,0 до 0,5	—	2,0÷4,0 і більше	1,0÷2,0 і більше
	I ₂	Від -0,5 до 0,5	Від 0,0 до 1,0	—	1,0÷3,0 і більше	1,0÷2,0 та більше
	I ₃	Від 0,5 до 1,5	Від 0,5 до 1,0	—	1,0÷2,0 і більше	Від 1,0 до 2,0
II		Від -2,0 до 0,0	0,5÷0,0 і менше	5÷10 та більше	3,0 і більше	2,0 і більше
	II ₄	Від -2,0 до -1,5	Від 0,0 до 0,5	—	Не більше 3,0	Не більше 2,0
	II ₅	—	—	—	—	—
III		Від -1,5 до 0,0	Від 0,0 до 1,5	Від -5 до 0	Від 1,0 до 3,0	1,0÷2,0 і більше
	III ₆	Від -1,5 до -1,0	Від 0,5 до 1,0	—	Від 2,0 до 3,0	2,0 і більше
	III ₇	Від -0,5 до 0,0	Від 1,0 до 1,5	—	2,0 і більше	2,0 і більше
	III ₈	Від -1,0 до 0,0	Від 0,0 до 1,0	—	Від 1,0 до 3,0	1,0÷2,0 і більше
IV		0,5 і більше	0,0÷-0,5 і менше	10÷15 і більше	Не більше 1,0	Менше 1,0

Ціллю мікрокліматичного районування міста є виявлення кліматичних особливостей різних його частин з подальшим врахуванням цих знань при архітектурному проектуванні для застосування спеціальних заходів по покращенню мікроклімату. Це районування проводиться на основі даних метеорологічних станцій, що розташовані на території міста та в його пригородах. При відсутності таких даних оцінку мікроклімату у міській забудові можна провести на основі встановлених закономірностей його формування (див. табл. 1.4) та методів кількісної оцінки зміни мікрокліматичних показників у різних містобудівельних ситуаціях [11].

⁵ За роки, що минули після проведення цього районування, Київ значно розвився, крім того відбулася деяка зміна клімату України в цілому. Тому наведене районування потребує уточнення, але воно дає загальну уяву про вплив міста на мікроклімат.

Специфіка мікрокліматичних відмінностей окремих ділянок міської території перед усім визначається радіаційним, тепловим та аераційним режимами, які в свою чергу залежать від ландшафту території та її забудови. Нижче розглянуті основні методи оцінки цих факторів мікроклімату, що застосовуються у практиці архітектурного проектування.

Таблиця 1.4 – Основні закономірності формування мікроклімату у місті (за [12])

Елементи клімату	Закономірності формування мікроклімату (по відношенню до заміських умов)
Сонячна радіація	Зниження до 20% в залежності від ступеня забруднення повітря, сезону року та часу доби
Температура повітря	Підвищення на 1-4°C в залежності від щільності забудови: При щільності до 20% — на 1 - 2°C; більше 20% — на 3 - 4°C (без врахування озеленення на зниження температури). У містах-оазисах зони пустель та напівпустель зниження на 2 - 3°C
Швидкість вітру	Зниження на 20 - 70% в залежності від щільності забудови: при щільності до 20% — на величину до 20%; при щільності 20 - 30% — на 20 - 50%; при щільності більше 30 % — більше ніж 50%
Примітка. Щільність забудови — це відношення площі, що зайнята будинками, до загальної площі території, що розглядається.	

1.2 Аналіз впливу природного ландшафту на клімат міста

При здійсненні аналізу мікроклімату в умовах природного ландшафту головну увагу звертають на:

- *радіаційний режим*, тобто надходження сонячної радіації на схили різної крутизни та орієнтації, у тому числі тривалості інсоляції окремих ділянок в умовах складного рельєфу [13 - 16];

- *температурні розходження*, що викликані рельєфом, ґрунтовими умовами, видом рослинного покриву та наявністю водоймищ [17 - 19];

- *вітровий режим*, що характеризується посиленням чи послабленням вітру на окремих ділянках території, а також утворенням місцевих потоків повітря в умовах складного рельєфу при чергуванні відкритих та залісених територій, при наявності водоймищ [20],[18];

- *режим зволоження*, що залежить від форми рельєфу, ґрунтових умов та існуючого рослинного покриву [21],[12];

В окремих випадках повинно враховуватися взаємодія елементів ландшафту з такими природними явищами як пилові бурі, снігові заноси, тумани, ожеледі та ін.

Різні елементи ландшафту по різному впливають на мікроклімат місцевості. У табл. 1.5 систематизовані данні по впливу окремих елементів ландшафту на кліматичні характеристики. Як видно з таблиці, найбільше значення при аналізі ландшафту території треба приділити рельєфу місцевості. Він впливає на всі показники мікроклімату. Далі, по ступеню впливу, треба аналізувати тип та характеристики рослинного покриву, водоймищ та ґрунтів.

Основні кількісні показники впливу елементів ландшафту на мікроклімат місцевості наведені у табл. 1.6. Ці данні дають змогу приблизно оцінювати зміну мікрокліматичних характеристик конкретної місцевості по відношенню до клімату, що переважає у даному регіоні. Більш конкретні данні можна отримати лише при детальному аналізі впливу ландшафту, що робиться на топографічній підоснові.

Детальний аналіз мікроклімату території, що розташована на рельєфі, проводиться на топографічній підоснові, де розподіляють елементи рельєфу на різні райони за ступенем сприятливості теплової дії сонячної радіації та вітрового режиму на об'єкти будівництва. Критерії оцінки схилів наведено у табл. 1.7 та 1.8.

Таблиця 1.5 – Вплив елементів ландшафту на кліматичні характеристики місцевості

Елементи ландшафту		Кліматичні характеристики місцевості													
		Ра-діа-цій-ний ре-жим	Температурний режим			Вітровий режим		Во-ло-гість	Опади		Атмосферні явища				
			Тем-пе-ра-тура	Вер-ти-каль-ний роз-поділ	Тем-пе-ра-тура грунту	Швид-кість	На-пря-мок		Кіль-кість	Ви-сота сні-го-вого пок-риву	Хмар-ність	Вид-ність	Кіль-кість днів з туманами	Кіль-кість днів зі за-вірю-хами	Кіль-кість днів з пило-вими буря-ми
Рельєф	Тип	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Висота	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
	Нахил схилу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—	—
	Орієнтація схилу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+
Ґрунти	Тип	—	+	+	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	+
	Вологість	—	+	—	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	+
Водой-мища	Тип	+	+	+	—	+	+	+	+	—	+	+	+	+	—
	Розміри	+	+	+	—	+	+	+	+	—	+	+	+	—	—
Рослинний покрив	Тип	+	+	—	+	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+
	Лісистість	+	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	+	+	+

На рис. 1.2 розглянуто приклад мікрокліматичного районування території, розташованої на складному рельєфі. В якості вихідних умов прийняті наступні припущення:

- територія розташована у помірному кліматі;
- швидкість вітру 3-5 м/с перевищує 50%, а більше 5 м/с – не досягає 20%.

Переважаючі вітри тнуть з північного заходу⁶.

Для виділення мікрокліматичних районів за тепловою дією сонячної радіації на рис. 1.2, а до горизонталей рельєфу проведені дотичні, перпендикулярні до векторів, які, згідно з табл. 31, вказують на схід (С), захід (З), північний захід (ПЗ) та північний схід (ПС). Границі відповідних мікрокліматичних районів (2—4) отримані сплайновою апроксимацією⁷ точок, що мають однакові позначення (рис. 1.2, б).

Для оцінки території за вітровим режимом на рис. 1.2, в проведено розбивку схилів на нижню (5), середню (6), верхню (7) частини та виділено вершину гори (8), а на рис. 1.2, г зроблено їх розбивку на схили, що розташовані на навітряному боці (9), на підвітряному боці (10), та паралельні напрямку переважаючих вітрів. З сумісного аналізу рис. 1.2, в та 1.2, г, згідно до табл. 1.8 отримано сприятливі (12), помірно сприятливі (13) та несприятливі (14) мікрокліматичні райони за вітровим режимом (рис. 1.2, д).

Нарешті, аналізуючи сумісно рис. 1.2, б та 1.2, д, отримано мікрокліматичні райони I—IX (рис. 1.2, е), оцінку яких наведено у табл. 1.9.

При необхідності отримання кількісних характеристик мікроклімату виявлених районів, можна використати відомі методи [21,12,19,22,23]. Для прикладу, у табл.1.10 наведені коефіцієнти зміни швидкості вітру у різних умовах рельєфу.

⁶ Визначення напрямку переважаючих вітрів, аналіз їх повторюваності та швидкості надано в [2].

⁷ Попросту кажучи, сплайн — це гладка крива, що будується на основі якійсь множини точок. Практично всі системи машинної графіки (AutoCAD, ArchiCAD та ін.) та, навіть, Word дозволяють провести таку апроксимацію.

Таблиця 1.6 – Основні закономірності формування мікроклімату місцевості у різних умовах підстильної поверхні у помірній кліматичній зоні Землі (за [12])

Елементи підстильної поверхні	Закономірності формування мікроклімату
<p>Рельєф:</p> <p>вершини та відкриті верхні частини схилів</p> <p>південні схили (у північній півкулі Землі)</p> <p>північні схили (у північній півкулі Землі)</p> <p>навітряні схили</p> <p>підвітряні схили</p>	<p>Вдень температура повітря на 2-4°C нижче, ніж на оточуючій місцевості; у ясні тихі ночі на 1,5-2°C тепліше порівнянню з рівним місцем й на 2-8°C — порівнянню з дном долин та підніжжям схилів; добова амплітуда температури повітря менше, мінімальні температури вище, ніж у долинах та улоговинах; найбільш сухі, добре провітрювані території</p> <p>Найвища денна температура; за вегетаційний період (з температурою повітря більше 10°C) отримують тепла на 4-6% більше, ніж рівні місця; середні добові температури ґрунту за літній період вище порівнянню з північними схилами; вологість повітря нижче, ніж на оточуючій місцевості; найбільш інтенсивне танення снігового покриву; вітровий режим залежить від орієнтації по відношенню до напрямку вітру</p> <p>Найбільш холодні (особливо літом) ділянки місцевості; за вегетаційний період отримують тепла на 8-10% менше, ніж рівні місця; глибина снігового покриву більше, ніж на рівних місцях, схід снігового покриву запізнюється по відношенню до південних схилів на 14-15 днів; вітровий режим залежить від орієнтації по відношенню до напрямку вітру</p> <p>Найбільш холодні (особливо узимку); отримують менше опадів; невелика глибина снігового покриву</p> <p>південно-східні, південні та південно-західні схили найбільш теплі; отримують більше опадів; найбільша глибина снігового покриву</p>
<p>долини, улоговини, нижні частини схилів</p>	<p>Значно більші добові амплітуди коливання температури повітря та менше температурна інверсія у порівнянні з вершинами; долини, що орієнтовані з заходу на схід, освітленні більш рівномірно, ніж долини, що орієнтовані з півночі на південь; суттєве підвищення відносної вологості повітря, часте утворення туманів, роси; на дні замкнених долин, що мають поганий стік холодного повітря, у ночі встановлюються найнижчі температури та висока відносна вологість повітря; найбільша глибина снігового покриву; погані умови провітрювання</p>
<p>Рослинність</p>	<p>В залежності від виду зелених насаджень знижується надходження сонячної радіації (на 0,5-20% прямої та 2-22% сумарної); можливе зниження температури повітря до 10 °C; вітрозахисна ефективність лісних смуг складає 35-60H (H — середня висота дерев у смузі), в залежності від їх густини</p>
<p>Водоймищі, моря, великі озера, водосховища</p>	<p>Весною та на початку літа водоймища охолоджують прилеглу територію, а у кінці літа та восени теплюють;</p> <p>вночі поблизу водоймищ температура повітря на 2-3°C вище, ніж у кількох кілометрів від берегу; вдень водойми знижує температуру повітря на 2-4°C; підвищена вологість повітря та менша його запиленість;</p> <p>в цілому швидкість вітру на прилеглих територіях вище, ніж на віддалених (середнє значення коефіцієнту швидкості вітру у теплий період дорівнює 1,2-1,4); у добовому ході спостерігається зниження швидкості вітру вдень та підвищення вночі; у районах зі слабкими вітрами утворюються чи посилюються бризи;</p> <p>за характером впливу водоймищ розрізняють зони постійного та сильного впливу (1-3 км), слабого та несистемного впливу (3-5 км); при звичайних умовах вплив водоймищ на мікроклімат не розповсюджується далше 5 км</p>

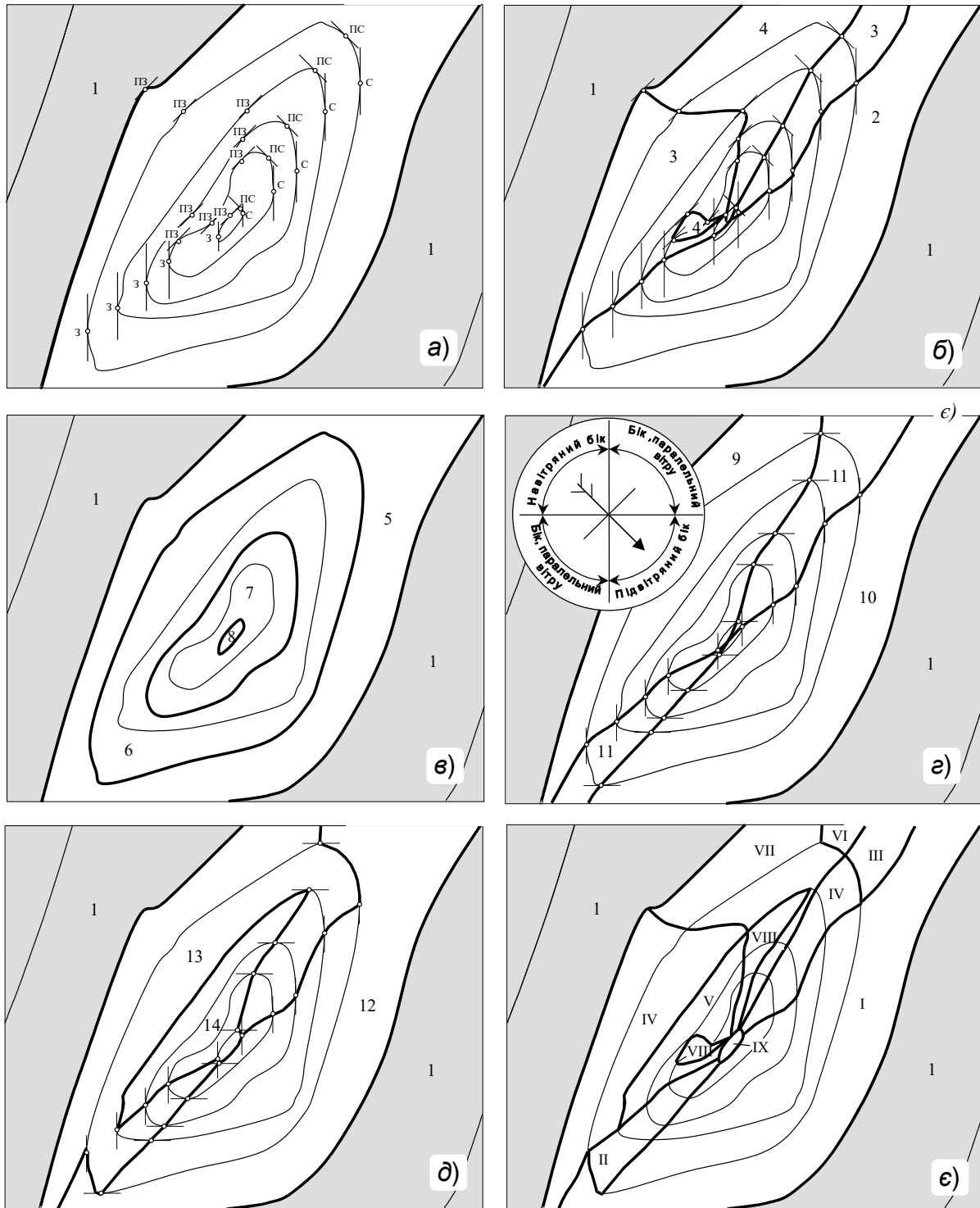


Рис. 1.2. Мікрокліматичне районування території, розташованої на рельєфі, за інсоляційним та вітровим режимами

a — проведення дотичних до горизонталей рельєфу, що відповідають границям секторів з різним тепловим впливом сонячної радіації; *б* — розподіл схилів за тепловим впливом сонячної радіації; *в* — висотний розподіл схилу; *г* — розподіл схилів по відношенню до напрямку вітру; *д* — розподіл схилу за впливом вітру; *е* — мікрокліматичне зонування території. 1 — рівна ділянка рельєфу; 2, 3 та 4 — сприятливі, помірно сприятливі та несприятливі ділянки за тепловим впливом сонячної радіації; 5, 6, 7 та 8 — нижня, середня, верхня частини схилів та верхівка; 9, 10 та 11 — навітряні, підвітряні та паралельні вітру ділянки; 12, 13 та 14 — сприятливі, помірно сприятливі та несприятливі ділянки за вітровим режимом; I-IX — мікрокліматичні райони (їх характеристики наведені у табл. 1.9).

Таблиця 1.7 – Оцінка території рельєфу за теплової дією сонячної радіації (за [5])

Кліматична зона	Ступінь сприятливості орієнтації		
	сприятлива	помірно сприятлива	несприятлива
Холодний та помірний клімат	Від 90° до 270° (С—З)	Від 45° до 90° (ПЗ—С) від 270° до 315° (З—ПЗ)	Від 315° до 45° (ПЗ—ПС)
Дуже теплий та жаркий клімат	Від 315° до 45° (ПЗ—ПС)		Від 90° до 270° (С—З)

Таблиця 1.8 – Оцінка території рельєфу за вітровим режимом (за [5])

Загальна оцінка вітрового режиму кліматичної зони	Ступінь сприятливості форм рельєфу											
	верхівки та узвишшя з плоскими вершинами та пологими схилами	навітряні схили			схили, що паралельні вітру			підвітряні схили			долини, лощини, яри	
		В	С	Н	В	С	Н	В	С	Н	продувні	непродувні
Райони з великими швидкостями вітру (повторюваність швидкості вітру більш 5 м/с перевищує 20%)	Несприятливі						Сприятливі			Несприятливі	Сприятливі	
Райони з помірними швидкостями вітру (повторюваність швидкості вітру 3-5 м/с — перевищує 50%, більше 5 м/с — не досягає 20%)	Несприятливі			Помірно сприятливі			Сприятливі			Помірно сприятливі		
Примітка. Літерами В, С, Н — позначені відповідно верхня, середня, нижня частини схилів.												

Таблиця 1.9 – Оцінка мікрокліматичних районів території, зображеної на рис. 1.2

Номер мікрокліматичного району	Оцінка за інсоляційним режимом	Оцінка за вітровим режимом	Загальна оцінка
I	Сприятливий	Сприятливий	Найбільш сприятливий
II	Сприятливий	Помірно сприятливий	Сприятливий
III	Помірно сприятливий	Сприятливий	Сприятливий
IV	Помірно сприятливий	Помірно сприятливий	Помірно сприятливий
V	Помірно сприятливий	Несприятливий	Несприятливий
VI	Несприятливий	Сприятливий	Помірно сприятливий
VII	Несприятливий	Помірно сприятливий	Несприятливий
VIII	Несприятливий	Несприятливий	Найбільш несприятливий
IX	Сприятливий	Несприятливий	Помірно сприятливий

Мікрокліматична оцінка території, на якій планується будівництво поселення, дозволяє більш ясно визначати границі та територіальну спрямованість розвитку майбутнього поселення, визначає в цілому його структурно-планувальне вирішення. Крім того, на її основі розробляються заходи з інженерної підготовки території для містобудівного освоєння

Таблиця 1.10 – Коефіцієнти зміни швидкості вітру в різних умовах рельєфу (за [12])

Характеристика рельєфу	Значення коефіцієнту при швидкості вітру на рівному місці на висоті 2 м (за даними метеостанції), м/с	
	3 — 5	6 — 20
Відкрите рівне місце	1	1
Відкриті узвишся (пагорби):		
Верхівки висотою більше 50 м	1,4 — 1,5	1,2 — 1,3
Верхівки висотою менше 50 м	1,3 — 1,4	1,1 — 1,2
Навітряні схили крутістю 3 — 10°:		
верхня частина	1,2 — 1,3	1,1 — 1,2
середня частина	1 — 1,1	1 — 1,1
нижня частина	1	0,9 — 1
Паралельні вітру схили крутістю 3 — 10°:		
верхня частина	1,1 — 1,2	1 — 1,1
середня частина	0,9 — 1	0,8 — 0,9
нижня частина	0,8 — 0,9	0,7 — 0,8
Підвітряні схили крутістю 3 — 10°:		
верхня частина	0,8 — 0,9	0,7 — 0,8
середня частина	0,8 — 0,9	0,8 — 0,9
нижня частина	0,7 — 0,8	0,7 — 0,8
Узвишся з плоскими верхівками та пологими схилами:		
Верхівки, верхня частина навітряних та підвітряних схилів крутістю 1 — 3°	1,2 — 1,4	1,1 — 1,3
Середня і нижня частини навітряних та паралельних вітру схилів крутістю 4 — 10°	1,1 — 1,2	1,1 — 1,2
Середня і нижня частини підвітряних схилів крутістю 4 — 10°	0,7 — 0,9	0,8 — 0,9
Долини, лощини, яри:		
Дно та нижня частина схилів долин, лощин, ярів:		
що продуваються вітром	1,1 — 1,2	1,2 — 1,3
що не продуваються вітром	0,7 — 0,8	0,7 — 0,8
замкнених	0,6 і менш	0,6 і менш
Середня та верхня частини схилів долин, лощин, ярів:		
що продуваються вітром	1,2 — 1,3	1,1 — 1,2
що не продуваються вітром	0,8 — 0,9	0,8 — 0,9
замкнених	0,6 і менш	0,6 і менш

1.3 Аналіз радіаційного режиму міської забудови

Радіаційний режим території забудови визначається перш за все інсоляцією, яка у зв'язку із затіненням її будинками, в цілому, зменшується відносно інсоляції відкритої території та характеризується значною нерівномірністю. Для аналізу інсоляції використовуються як натурні дослідження [24], лабораторні дослідження на макетах [18,25], так і карти інсоляції території, на яких нанесено *інсохрони* — лінії однакової тривалості інсоляції для певного дня року при умові безхмарного неба (рис.1.3). Для побудови інсохрон використовуються як аналітичні методи, що реалізовані на ЕОМ [24,14,15,26], так і графоаналітичні, що базуються на використанні сонячних карт, інсоляційних графіків Б.О. Дунаєва [27], А.М. Рудницького [28,29], світлопланомірів Д.С. Масленнікова [30,31], інсоляційних приладів І.Н. Скриля [24], сонячних лінійок М. Тваровського [32], сонячних транспортирів О.Я. Штейнберга [28] та ін. При цьому можливі два підходи до вирішення задачі — застосування способу конвертів тіней та способу сітки.

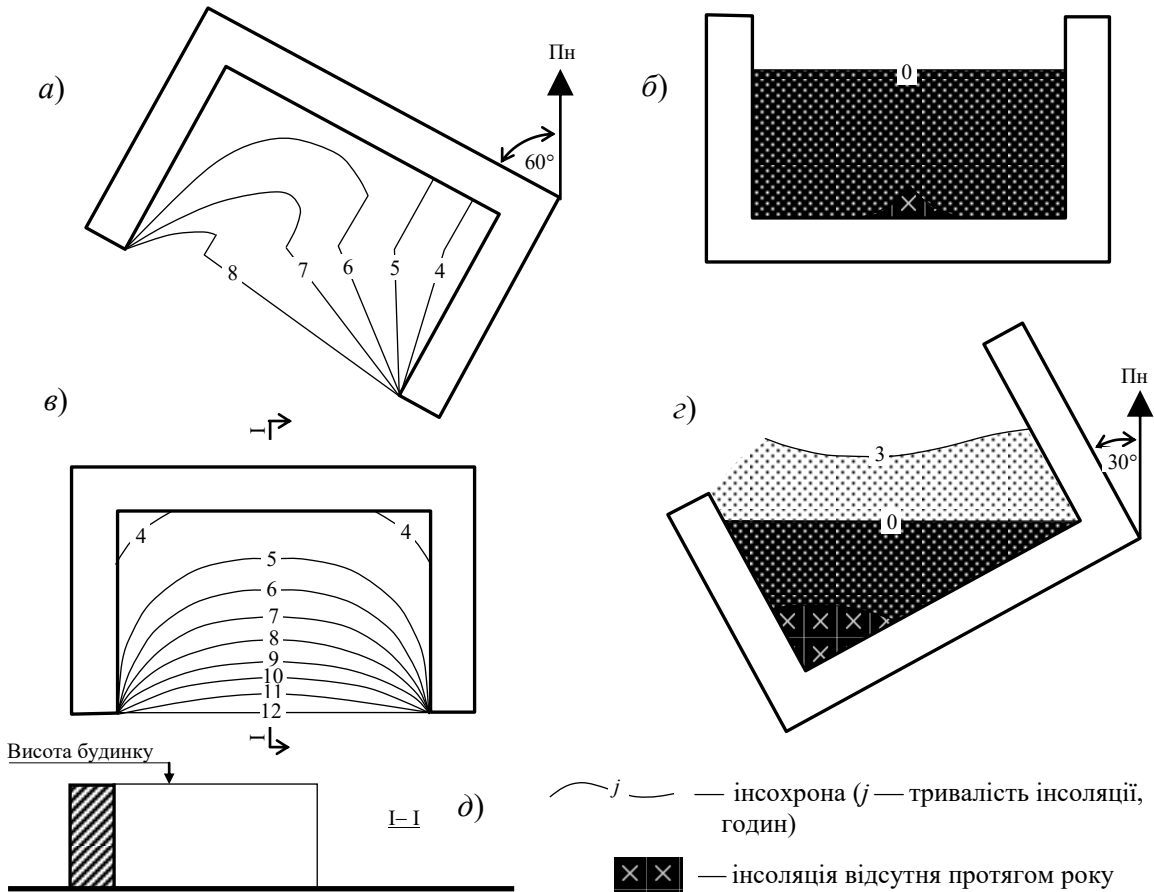


Рис. 1.3 – Інсоляція двору П-подібного будинку (55° пн. ш. , дні рівнодення)

a — орієнтованого на південний захід; *б* — орієнтованого на північ; *в* — орієнтованого на північ; *г* — орієнтованого на північний захід; *д* — розріз I-I;

Спосіб конвертів тіней передбачає побудову на генплані тіней від будинків через рівні інтервали часу (найчастіше годину), починаючи з моменту сходу Сонця і до його заходу, з наступним проведенням ізоліній тривалості інсоляції. На рис. 1.4 розглянуто застосування цього способу на прикладі побудови інсохрон на території, що прилягає до будинку для 22 липня. Для вирішення задачі використовується сонячна карта для 40° пн. ш.)⁸.

Координати Сонця на кожну годину дня, що визначені по сонячній траєкторії (V, VII), наведено у табл. 35⁹.

⁸ В цьому посібнику всі задачі, пов'язані з інсоляцією вирішуються за допомогою сонячних карт. Їх використання, порівняно з іншими графоаналітичними методами, має певну перевагу у зв'язку з універсальністю та наочністю, хоча вони і програють у швидкості. Аналіз більшості інших методів зроблено у [23].

⁹ Координати сонця можна знайти з більшою точністю за допомогою відповідних формул. Наприклад, для $t = 10$, $N = 30$ будемо мати: $A_0 = 118,795^\circ$, $h_0 = 57,626^\circ$. Однак для практичних цілей точність, що дає сонячна карта, достатня.

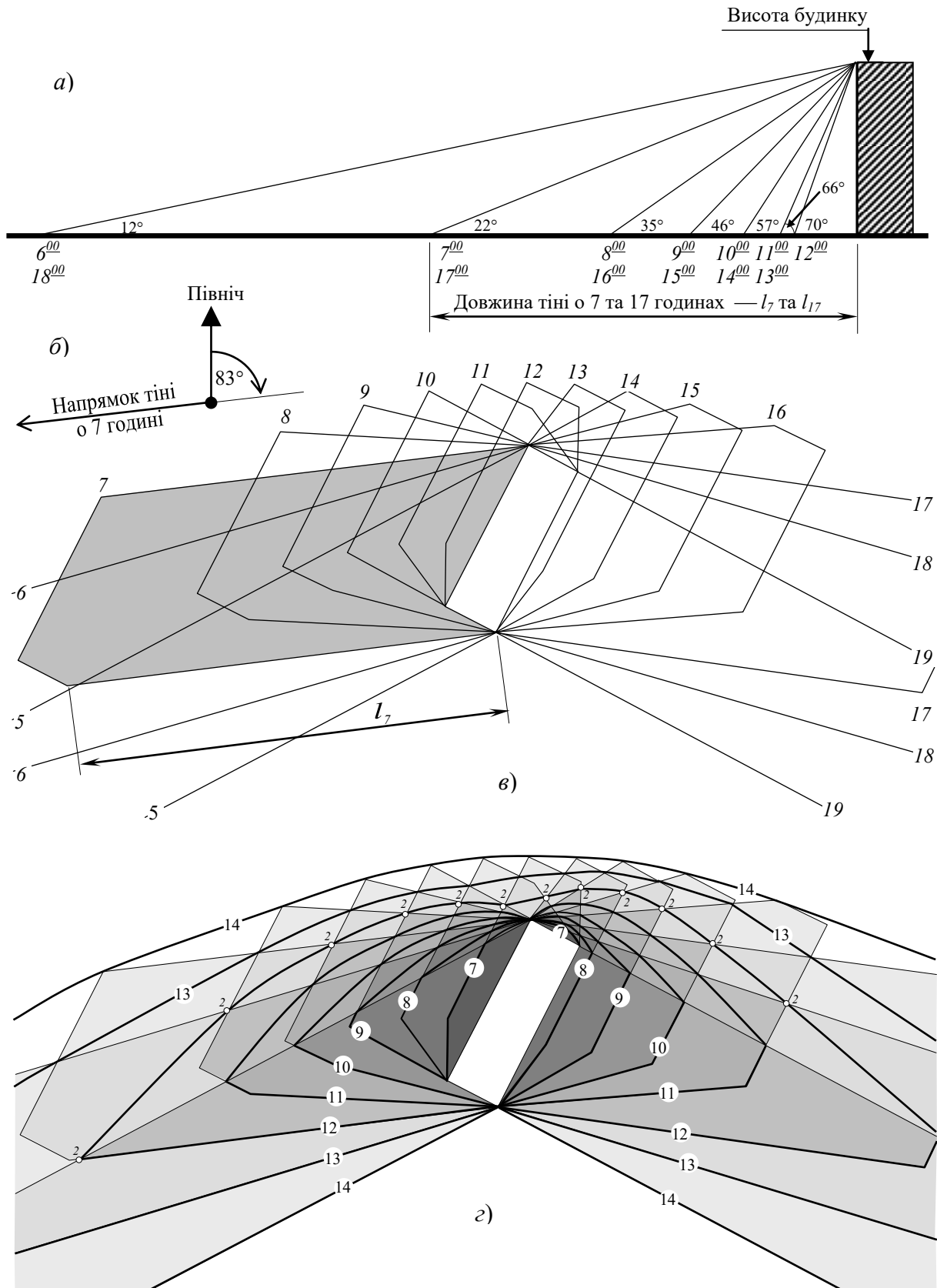


Рис. 1.4. Приклад побудови інсохрон на території, що прилягає до будинку способом конвертів тіней ($\varphi = 40^\circ$ пн. ш., 22 липня)

a — визначення довжин тіней; *б* — визначення напрямку тіні у 7⁰⁰; *в* — побудова конверту тіней; *г* — побудова інсохрон (номер інсохрони відповідає тривалості інсоляції у годинах)

Таблиця 1.11 – Фізичні характеристики надходження сонячної радіації на широті 40° пн. ш. 22 липня

Показник	Значення показника у години дня															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Азимут Сонця A_0 , град.	62	74	83	93	104	119	143	180	217	241	256	267	277	286	298	
Висота сонцестояння h_0 , град	0	12	22	35	46	57	66	70	66	57	46	35	22	12	0	
Густина потоку на горизонтальну площину, кВт/м ²	прямого I'	0	0,11	0,25	0,46	0,62	0,76	0,84	0,87	0,84	0,76	0,62	0,46	0,25	0,11	0
	розсіяного i	0	0,05	0,08	0,09	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,08	0,05	0
	сумарного I_s	0	0,16	0,33	0,55	0,73	0,88	0,96	1,00	0,96	0,88	0,73	0,55	0,33	0,16	0
Кількість радіації, що надійшла за попередню годину, МДж/м ²	прямої ΔF	0	0,20	0,65	1,28	1,94	2,48	2,88	3,08	3,08	2,88	2,48	1,94	1,28	0,65	0,20
	розсіяної ΔF_p	0	0,09	0,23	0,31	0,36	0,41	0,43	0,45	0,45	0,43	0,41	0,36	0,31	0,23	0,09
	сумарної ΔF_s	0	0,29	0,88	1,59	2,30	2,89	3,31	3,53	3,53	3,31	2,89	2,30	1,59	0,88	0,29
Кількість радіації, що надійшла на годину, МДж/м ²	прямої Φ	0	0,20	0,85	2,13	4,07	6,55	9,43	12,51	15,59	18,47	20,95	22,89	24,17	24,82	25,02
	розсіяної Φ_p	0	0,09	0,32	0,63	0,99	1,40	1,83	2,28	2,73	3,16	3,57	3,93	4,24	4,47	4,56
	сумарної Φ_s	0	0,29	1,17	2,76	5,06	7,95	11,26	14,79	18,32	21,63	24,52	26,82	28,41	29,29	29,58

Довжина тіні для кожної години визначається за допомогою відповідної висоти сонцестояння (рис. 1.4, *a*), а напрямок — азимута (рис. 1.4, *б*). Маючи напрямок та довжину тіні на генплані будується відповідна тінь від будинку (на рис. 1.4, *a-в* показано побудову тіні для 7⁰⁰), а побудувавши тіні для кожного часу, отримуємо конверт тіней для 22 липня (рис. 1.4, *в*).

У точках перетину границь погодинних фігур тіней проставляються номери, що дорівнюють різниці між номерами тіней, що перетинаються (на рис. 1.4, *г* пронумеровані точки з різницею між номерами тіней, що дорівнює 2). Ці номери вказують на тривалість у годинах затінення відповідних точок.

Інсохрони проводяться через точки, що мають однакову тривалість затінення. Номер інсохрони, що відповідає тривалості інсоляції у годинах, знаходиться як різниця між тривалістю інсоляції території, що зовсім не затіняється будинком, та тривалістю затінення її точок (рис. 1.4, *з*).

Спосіб сітки передбачає нанесення на територію забудови прямокутної сітки у вузлах якої тим чи іншим методом визначається тривалість інсоляції у певний місяць. Потім інтерполяцією визначаються точки, що належать інсохронам, і по ним будуються інсохрони. На рис.1.5 наведено приклад визначення тривалості інсоляції у поточному вузлі N_{ij} сітки за допомогою сонячної карти.

При нанесенні сітки на план бажано її орієнтацію вибирати так, щоб вузли були розташовані на прямих, паралельних фасадам будинку, а шаги сітки по напрямкам визначати із умови попадання кутів будинків у її вузли (рис. 1.5, *a*). Як що це не можливо (наприклад, при криволінійній формі будинків, чи як що вони розташовані один до одного під довільним кутом), то на сітці призначаються додаткові вузли — у місцях перетину боків будинків зі сторонами сітки та у кутах будинків.

Горизонтальний кут затінення точки N_{ij} будинком визначається на плані проведенням з неї дотичних до будинку ($\angle 1N_{ij}3$). У межах цього кута задаються додаткові точки на ребрах даху, що відкидають тінь (грані 12 та 23), причому обов'язково треба включити точки перетину ребер (точка 2), тому що в цих точках буде злом контуру тіні¹⁰.

Для кожної точки, виходячи з висоти будинку, визначаються вертикальні кути затінення (рис. 1.5, *б*).

¹⁰ Додаткові точки треба обов'язково задавати на кожному ребрі даху, навіть якщо вони прямолінійні, тому що тінь від них на сонячній карті буде криволінійна. На рис. 1.5 ці точки не наведені, однак вони задавались.

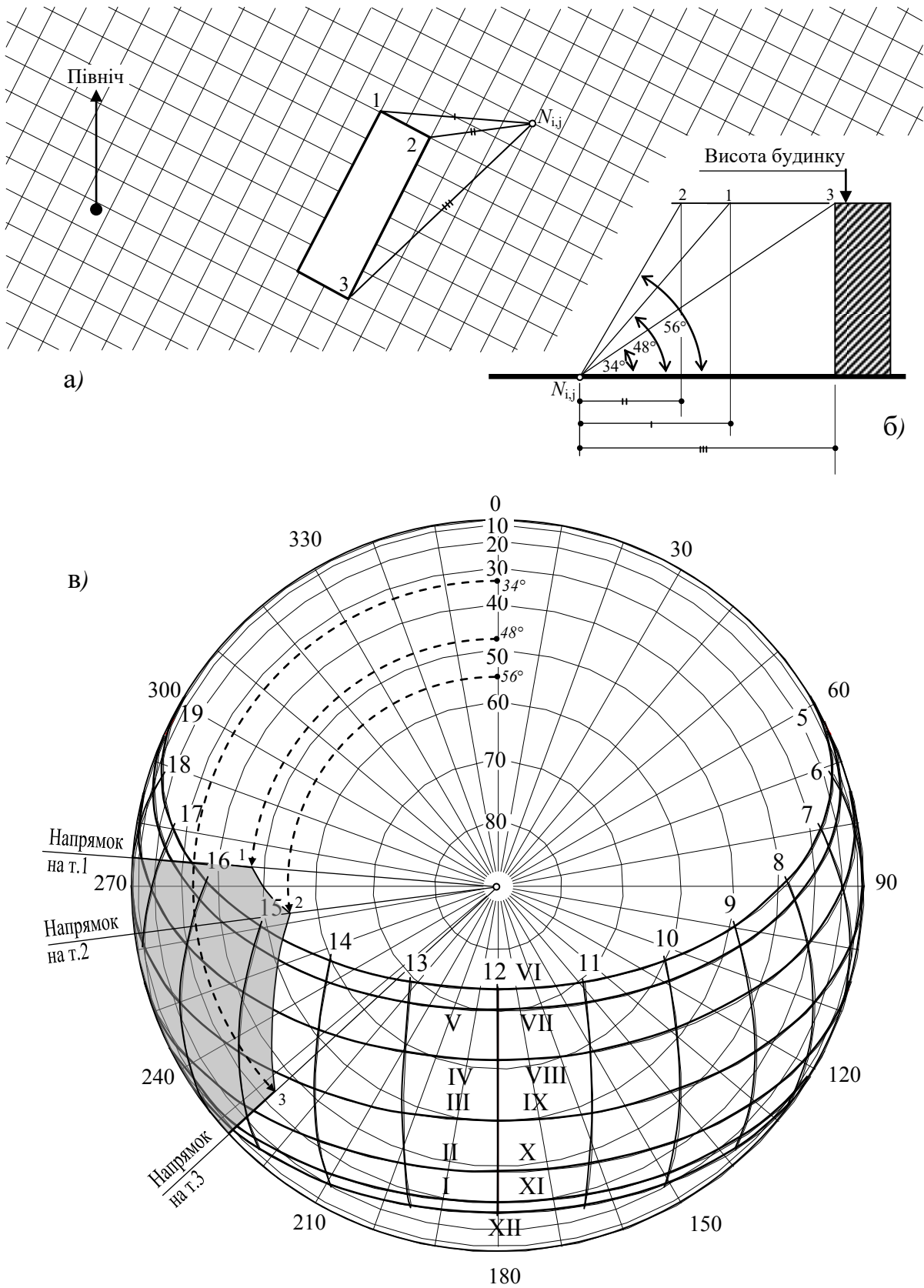


Рис. 1.5 – Використання способу сітки для побудови інсохрон

a — нанесення сітки на план забудови; *б* — визначення вертикальних кутів затінення точки N_{ij} ; *в* — побудова тіньової маски від забудови на сонячній карті

З полюсу сонячної карти з урахуванням орієнтації відносно боків горизонту проводяться напрямки на обрані точки, на яких за допомогою альмукантарат відмічаються відповідні вертикальні кути затінення (рис. 1.5, в). З'єднав, з урахуванням точок злomu, знайдені точки кривою та замкнув її на лінію горизонту, отримуємо *тіньову маску* від будинку на сонячній карті.

Точка, що розраховується, буде інсолюватися в той час, коли Сонце знаходиться на дільницях траєкторії, що розташовані зовні тіньової маски. Наприклад, 22 липня та 22 травня точка N_{ij} буде інсолюватися з 5^{00} до 14^{40} та з 16^{50} до 19^{00} .

Розглянута методика побудови тіньової маски від будинку на сонячній карті є універсальною. Її можна використовувати при будь якій формі затінюючого будинку та при складному рельєфі. Якщо рельєф — горизонтальний, а оточуючі будинки — паралелепіпеди, то швидше вирішувати задачу за допомогою *тіньового кутоміра* [33,27], однак для цього треба попередньо його побудувати у тому ж масштабі, що і сонячна карта.

Розглянуті методи побудови інсохрон відрізняються трудомісткістю та інформативністю. Метод конвертів тіней частіше застосовується при традиційному проектуванні без застосування комп'ютерів. Він дозволяє аналізувати форму інсохрон, знаходити ділянки, де вони є гладкими кривими, визначати точки злomu та інші характеристики [34]. Метод сітки має більш просту алгоритмізацію, тому він застосовується при автоматизованому проектуванні.

Кarti тривалості інсоляції території найчастіше служать основою при вирішенні благоустрою житлових груп та мікрорайонів. З їх допомогою визначаються місця розміщення зелених насаджень, плескальних басейнів, дитячих майданчиків, смиттезбірників та інших елементів благоустрою. Однак точки, що знаходяться на одній інсохроні, будуть отримувати різну кількість сонячної радіації, так як густина потоку сонячної радіації вздовж інсохрони змінюється від нуля у момент сходу Сонця до максимального значення у сонячній полудень і знову до нуля при його заході. Тому для енергетичної оцінки надходження сонячної радіації на територію забудови побудови інсохрон недостатньо. Для цієї цілі служать карти на яких нанесено *ізоенергети* — криві на яких знаходяться точки, що отримають однакову кількість сонячної енергії протягом певного відрізка часу (добы, місяця, року тощо). В залежності від того яка задача вирішується ізоенергети будуються або за надходженням прямої сонячної радіації, або сумарної. При цьому може враховуватись увесь її спектр, чи лише якась його частина, найчастіше УФ.

Для побудови добових ізоенергет у точках перетину границь погодинних фігур тіней (при застосуванні способу конвертів тіней), чи у вузлах сітки (при застосуванні способу сітки) розраховуються та проставляються значення кількості сонячної радіації, що отримує поверхня землі з моменту сходу Сонця. Потім по інтерполяції проводяться ізоенергети з обраним шагом значень.

Кількість сонячної радіації $\Delta\Phi$, Дж/м², що отримує точка поверхні за інтервал часу $t_2 - t_1$, с, можна знайти за формулою

$$\Delta\Phi = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt, \quad (1.1)$$

де $I(t)$ – функція густини потоку сонячної радіації, що отримує поверхня, від часу, Вт/м².

Для практичних цілей формулу (1.1) представляють у вигляді

$$\Delta\Phi = \frac{(I_2 + I_1)}{2} (t_2 - t_1), \quad (1.2)$$

де I_1 та I_2 – густина потоку сонячної радіації, Вт/м², відповідно у моменти часу t_2 та t_1 , с.

При розрахунках, різниця t_2-t_1 не повинна перевищувати годину, інакше формула (1.2) може давати незадовільні результати.

Потік сонячної радіації, що надходить до поверхні землі, як відомо, складається з потоків прямої I та розсіяної i радіації. Крім того на радіаційний режим території впливає короткохвильова сонячна радіація, що відбивається поверхнями забудови, та довгохвильове випромінювання нагрітих поверхонь.

Густина потоку прямої сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню I' , залежить від прозорості атмосфери, висоти сонцестояння та хмарності неба. У табл. 1.12 наведено значення I' при безхмарному небі в залежності від прозорості атмосфери¹¹ та висоти сонцестояння, а у табл. 1.13 – значення i при цих же умовах. Ці ж самі параметри для липня у районах, розташованих від 44° до 52° пн. ш., в залежності від часу доби, можна визначити за [36].

Таблиця 1.12 – Густина потоку прямої сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню (за [35])

Прозорість атмосфери		Густина потоку прямої сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню, I' , кВт/м ² , при висоті сонцестояння h_0 , град.:										
Характеристика	c	7	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90
Дуже низька	0,91	0,01	0,04	0,07	0,13	0,19	0,24	0,37	0,50	0,61	0,70	0,74
Низька	0,67	0,02	0,05	0,10	0,16	0,22	0,29	0,44	0,58	0,68	0,78	0,82
Знижена	0,54	0,03	0,06	0,12	0,19	0,26	0,34	0,48	0,62	0,73	0,84	0,89
Нормальна	0,43	0,04	0,08	0,15	0,22	0,30	0,38	0,54	0,68	0,80	0,91	0,96
Підвищена	0,34	0,05	0,09	0,17	0,25	0,34	0,43	0,59	0,73	0,86	0,97	1,12
Висока	0,27	0,06	0,11	0,20	0,29	0,38	0,48	0,64	0,79	0,91	1,03	1,18
Ідеальна атмосфера	0,13	0,11	0,16	0,26	0,36	0,46	0,56	0,75	0,91	1,05	1,17	1,22

Таблиця 1.13 – Густина потоку розсіяної сонячної радіації (за [35])

Прозорість атмосфери		Густина потоку розсіяної сонячної i , кВт/м ² , при висоті сонцестояння h_0 , град.:										
Характеристика	c	7	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90
Дуже низька	0,91	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,19	0,20	0,21
Низька	0,67	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18
Знижена	0,54	0,04	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15
Нормальна	0,43	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13
Підвищена	0,34	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
Висока	0,27	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
Ідеальна атмосфера	0,13	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

На рис. 1.6 розглянуто приклад побудови ізоенергет на території, що прилягає до будинку, для 22 липня при безхмарному небі. Для вирішення задачі використовується конверт тіней, що побудований на рис. 1.4.

¹¹ У табл. 1.12 та 1.13 прозорість атмосфери визначається величиною c , яка менше залежить від оптичної маси атмосфери m , ніж коефіцієнт прозорості p [35].

Попередньо, для кожної години протягом дня, за значенням висот сонцестояння з табл. 1.12 та 1.13 знайдено густини потоків прямої та розсіяної радіації, а густину потоку сумарної сонячної радіації за табл. 1.11. На рис. 1.6, *a* побудовано графіки добового ходу густини потоків сонячної радіації I' , i , I_s , що надходять на горизонтальну поверхню на відкритій місцевості.

Потім, за формулою (1.2) визначено кількості прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації $\Delta\Phi$, $\Delta\Phi_p$, $\Delta\Phi_s$, що отримує 1 м^2 відкритої поверхні землі протягом кожної години дня, після чого послідовним підсумуванням отримано значення кількостей сонячної радіації Φ , Φ_p , Φ_s , що надходить на цю площу з моменту сходу Сонця (див. табл. 1.11). На рис. 1.6, *б* побудовано графіки Φ_p та Φ_s .

Значення кількості сумарної сонячної радіації у довільному вузлі конверту тіней знаходять шляхом вирахування з кількості сумарної сонячної радіації, що надходить на відкриту поверхню землі протягом дня, кількості прямої сонячної радіації, що не надходить до відповідної точки за час її затінення. На рис. 1.7, *б* показано розрахунок надходження сонячної радіації у вузол $n_{8,10}$. Цей процес повторюється для кожного вузла конверту тіней (рис. 1.6, *в*).

Ізоенергети побудовано інтерполяцією отриманих значень із застосуванням триангуляційної сітки. На рис. 1.6, *г* показано побудову ізоенергети 26 МДж/м^2 . Інші ізоенергети будуються аналогічно.

Зазвичай у архітектурному проектуванні аналізується радіаційний режим території при безхмарному небі. Однак, як що є кліматичні данні по річному ходу хмарності та її характеристиках, то їх треба обов'язково враховувати, тому що навіть у випадку перистих чи перисто-шаруватих хмар при малих висотах Сонця (до $15\text{-}20^\circ$) потік I' практично дорівнює нулю. При висококупчастих хмарах I' стає відмінною від нуля лише при $h > 30^\circ$. Шаруваті, шарувато-купчасті та шарувато-дошові хмари повністю блокують надходження прямої сонячної радіації до поверхні Землі при всіх висотах Сонця. Розсіяна радіація, навпаки, під впливом хмарності досить значно зростає. Виняток складають хмари нижнього ярусу при малих висотах Сонця (до $10\text{-}15^\circ$). Найбільших значень потік i досягає при висококупчастих та перисто-шаруватих хмарах, коли він у 2-3 разі більше, ніж при безхмарних умовах.

Залежність осередненої по великим площам і за багато років густини потоку сумарної сонячної радіації від кількості хмар I_s^* , Вт/м^2 , описується формулою

$$I_s^* = I_s[1 - (a + bn)n], \quad (1.3)$$

де I_s — густина потоку сумарної сонячної радіації при безхмарному небі, Вт/м^2 ;

n — кількість хмар у частках одиниці;

a , b — емпіричні коефіцієнти: $b \approx 0,38$; a для суші, в залежності від географічної широти φ , приймає наступні значення [36]:

φ°	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	85
a	0,38	0,40	0,37	0,36	0,38	0,40	0,36	0,18	0,16	0,15	0,14

У останні роки активно проводяться дослідження по комп'ютерному моделюванню інсоляційного режиму території житлової забудови. З цією ціллю запропоновані анізотропні моделі прямої та розсіяної сонячної радіації [37,41], аналітичні моделі інсоляційного режиму території забудови [38,39,40] та їх комп'ютерна реалізація на [15,26]. Ці моделі в той чи іншій мірі дозволяють розраховувати як кількісні так і якісні характеристики інсоляції при різних параметрах стану атмосфери. Це дає змогу виявляти закономірності надходження сонячної радіації на території житлової забудови у різних архітектурно-планувальних прийомах у добових, сезонних і річних циклах.

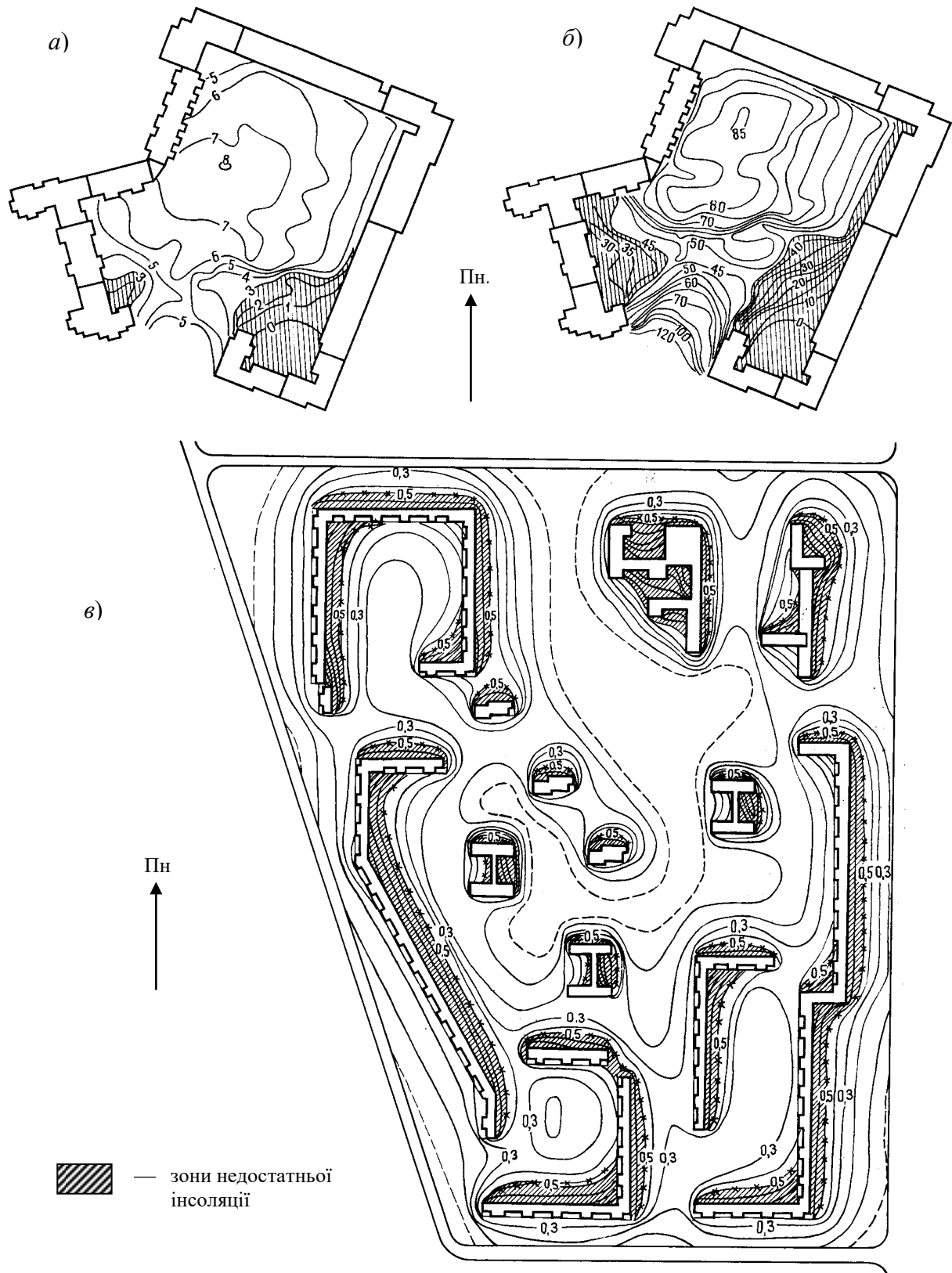


Рис. 1.7 – Приклади оцінки інсоляційного режиму територій забудови (за [41])
 а — карта розподілу тривалості інсоляції (у год.) дворової території експериментального житлового комплексу “Шувалово-Озерки” у Санкт-Петербурзі 22 березня та 22 вересня; б — карта розподілу кількості УФ радіації (ер-год.), що надходить ту ж саму територію протягом періоду з 22 березня по 22 вересня; в — карта розподілу кількості УФ радіації (у відносних одиницях: 0 – затінення відсутнє, 1 – інсоляція відсутня.), що надходить на територію мікрорайону “Мещерське озеро” у Нижньому Новгороді протягом року

Сприятливий біологічний ефект сонячного опромінення людини та оточуючого середовища визначаються кількістю надходження на територію забудови біологічно ефективної УФ радіації. Для проявлення профілактичних ефектів УФ опромінення важливим є не стільки добова, скільки річна доза опромінення [41]. Це пов'язано зі значною сезонною нерівномірністю її надходження на територію забудови.

Принципово, розрахунок надходження УФ радіації нічим не відрізняється від розрахунку надходження загального потоку сонячної радіації. Для цього будуються карти тривалості інсоляції території для днів року, що характеризують певні сезони, розраховуються сезонні надходження УФ радіації, а потім — її річне надходження. Для графічного розрахунку надходження УФ радіації існують різні методики, що базуються на використанні того чи іншого приладу: інсографік УФІ, інсографік СІ та ін. [41,27].

При якісній оцінці інсоляційного режиму території вдається більш точно установити зони недостатньої інсоляції. Наприклад, на рис. 1.7, а проведено аналіз інсоляції території забудови за тривалістю інсоляції у дні рівнодення. Зона недостатньої тривалості інсоляції заштрихована. На рис. 1.7, б та ж сама територія проаналізована з точки зору достатності УФ опромінення. Як видно, зона недостатнього УФ опромінення займає значно більшу територію. На рис. 1.7, в наведено карту інсоляції території досить великого мікрорайону. Аналізувалась достатність річного УФ опромінення. Зони недостатньої інсоляції — це зони, куди надходить менш ніж 50% можливого УФ опромінення [41]. Знання радіаційного режиму території повинно враховуватися архітекторами при розробці проекту її благоустрою.

1.4 Аналіз теплового режиму міської забудови

Тепловий режим території забудови визначається умовами надходженням сумарної сонячної радіації та радіації, що відбивається та випромінюється оточуючими поверхнями (спорудами, землею, елементами благоустрою, тощо).

Густина потоків відбитої та випроміненої оточуючими поверхнями радіації залежить від кількості сонячної радіації, що надходить на їх поверхні, альbedo цих поверхонь, їх положення відносно поверхні землі та відстані до розрахункової точки.

Інженерні методи розрахунку відбитої та випроміненої радіації [42,43] базується на використанні загальних закономірностей променистого теплообміну. Відповідно до цих методів густина радіаційного потоку, що надходить на поверхню Ω_1 від поверхні Ω_2 за рахунок відбиття $I_{1\leftarrow 2}$, Вт/м², можна знайти за формулою

$$I_{1\leftarrow 2} = I_{s2} r_2 \varphi_{1-2}, \quad (1.4)$$

де I_{s2} — густина потоку сумарної сонячної радіації, що надходить на поверхню Ω_2 , Вт/м²;
 r_2 — альbedo поверхні Ω_2 (у частках одиниці);
 φ_{1-2} — коефіцієнт опромінення, що показує яка частина напівсферичного променистого потоку, відбитого поверхнею Ω_2 , надходить на поверхню Ω_1 .

У ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2011 з будівельної кліматології [36] наведено значення густини потоку сонячної радіації, що надходить при безхмарному небі та при середніх умовах хмарності на вертикальні поверхні різної орієнтації на території України. Існують аналітичні методи розрахунку теплонадходжень від сонячної радіації на вертикальні поверхні довільної орієнтації [44]. На рис 1.8 показано як змінюється розподіл густини потоків сонячної радіації на вертикальних поверхнях різної орієнтації в залежності від географічної широти. У [36] наведено альbedo r , %, деяких будівельних матеріалів та зовнішніх поверхонь.

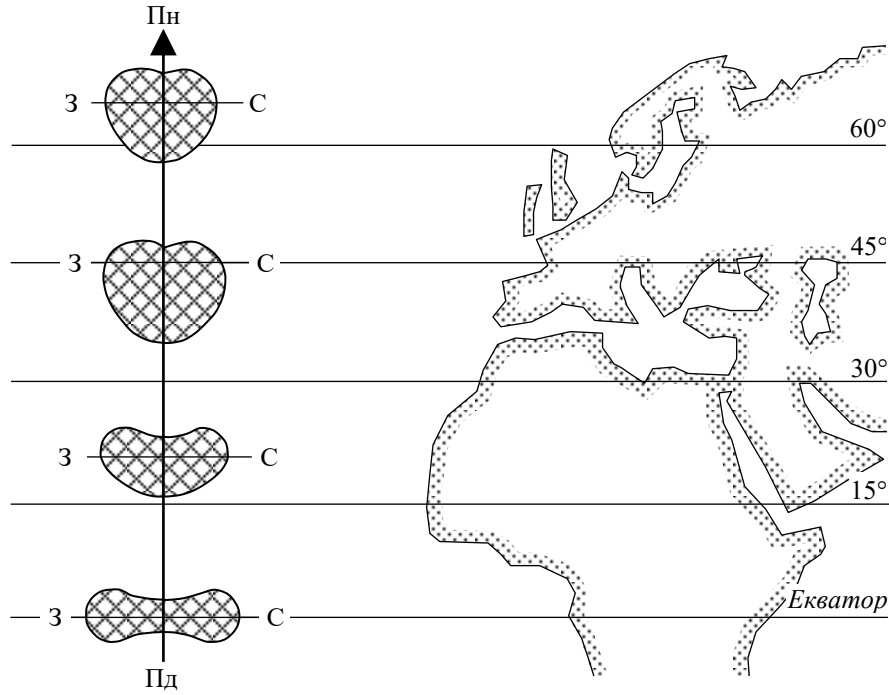


Рис. 1.8 – Загально-річні полярні діаграми сумарної сонячної радіації для північної півкулі Землі.

На діаграмах заштриховано розподіл сонячної радіації, що надходить на стіни різної орієнтації

Вплив відбитої літом поверхнями забудови сонячної радіації у південній Україні виявляється на наступних відстанях: при південно-східній та південній орієнтації — до 4-5 м; південно-західній — 7-8 м; західній — 9-10 м; північно-західній — 5-6 м [45].

Теплообмін довгохвильовим тепловим випромінюванням $R_{1 \rightarrow 2}$, Вт/м², між двома поверхнями Ω_1 та Ω_2 можна розрахувати за відомою з теплофізики формулою

$$R_{1 \rightarrow 2} = c_{зв} f_{1-2} \varphi_{1-2} (t_1 - t_2), \quad (1.5)$$

де $c_{зв}$ — зведений коефіцієнт теплового випромінювання:

$$c_{зв} = \sigma \varepsilon_1 \varepsilon_2; \quad (1.6)$$

σ — стала Стефана-Больцмана, Вт/м²·К⁴;
 ε_1 та ε_2 — ступені чорноти поверхонь Ω_1 та Ω_2 ;
 f_{1-2} — температурний множник, К⁴/°С:

$$f_{1-2} = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{t_1 - t_2}; \quad (1.7)$$

T_1 та T_2 — температури поверхонь Ω_1 та Ω_2 , К;
 t_1 та t_2 — температури поверхонь Ω_1 та Ω_2 , °С;

φ_{1-2} — теж саме, що у формулі (1.4).

Температуру $t_j, ^\circ\text{C}$, кожної поверхні у забудові для розрахунку теплового випромінювання можна знайти за формулою

$$t_j = \frac{I_{sj}(1-r_j)}{\alpha_3} + t_n, \quad (1.8)$$

де t_n — температура повітря, $^\circ\text{C}$;

α_3 — коефіцієнт теплообміну між поверхнею та повітрям, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

I_{sj} — густина потоку сонячної радіації, що надходить на поверхню, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

r_j — альbedo поверхні.

Найбільшу складність при розрахунках відбитої та випроміненої радіації викликає визначення коефіцієнтів опромінення φ . Для їх розрахунку при складних поєднаннях поверхонь у забудові можна вивести формули на основі вже наявних рішень для більш простих випадків паралельних та взаємно перпендикулярних площин, що відомі у теорії теплообміну [46].

Радіус дії теплового довгохвильового випромінювання R нагрітих поверхонь більший. Його орієнтовно можна знайти в залежності від висоти будинку H з виразу $R = kH$, де k для стін західної, південно-західної, східної, південно-східної, південної орієнтації відповідно дорівнює 1,8, 1,6, 1,6, 1,1, 0,9 [47].

Температура повітря у просторі між будинками залежить перш за все від відносних розривів між будинками, а потім вже від орієнтації та матеріалів оздоблення фасадів [21]. Вона практично завжди нижче, ніж на відкритій місцевості, якщо розриви між будинками не перевищує $2,5H$, а при відносних розривах, що перевищують ці значення, навпаки, звичайно вище, ніж на метеостанції. При меридіональній орієнтації будинків температура повітря на території, розташованій між ними, вище ніж на відкритій місцевості навіть при відносному розриві, рівному $2H$. У вечірній період температура в забудові вище ніж на метеостанції внаслідок дії інерції.

В умовах перегріву для покращення мікроклімату території забудови використовують зелені насадження та елементи зовнішнього благоустрою (газони, фонтани, квітники і т.ін.). Мікрокліматична ефективність цих заходів приведена у табл. 1.14.

На рис. 1.9 наведено приклад застосування елементів благоустрою для регулювання мікроклімату території забудови.

На цей час існують аналітичні методи розрахунку температурного режиму території забудови [38,47,40,48]. Їх комп'ютерна реалізація дозволяє аналізувати вплив різних факторів на мікроклімат забудови, з'ясувати відповідність пропонуваніх архітектурно-

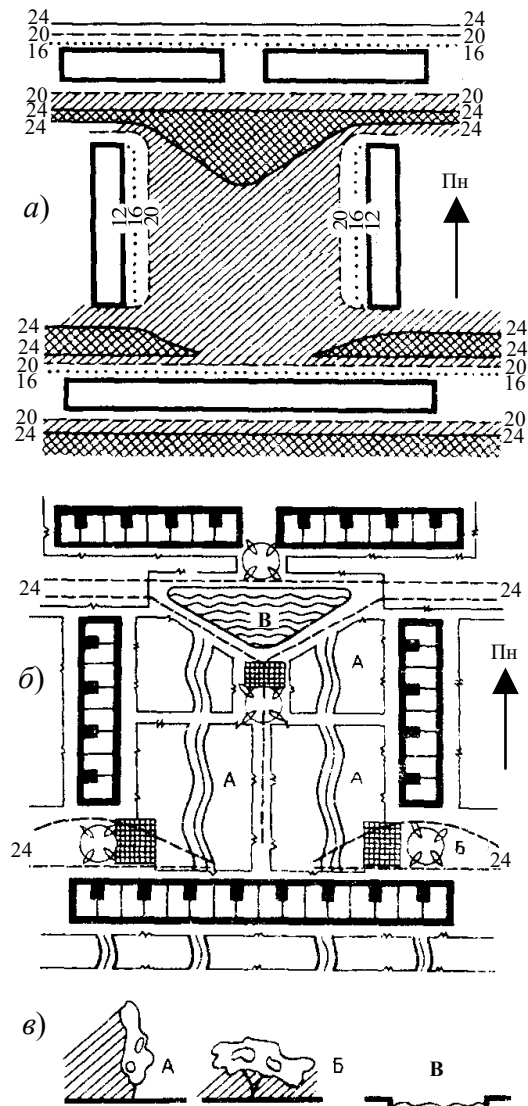


Рис. 1.9 - Аналіз та регулювання теплового режиму території забудови (за [12])

a — карта радіаційного режиму території, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{день})$; *b* — планувальне рішення регулювання теплового режиму території засобами озеленення та обводнення; *в* — види засобів благоустрою

планувальних рішень завданню покращення цього мікроклімату, наближуючи сельбищні зони міста до умов гігієнічного оптимуму.

Таблиця 1.14 – Мікрокліматична ефективність зелених насаджень та елементів зовнішнього благоустрою в умовах перегріву міського середовища (за [49])

г п.п.	Елементи озеленення та зовнішнього благоустрою	Зниження температур и повітря, °С	Підвищення відносної вологості повітря, %	Зниження швидкості вітру, %	Зниження інтенсивності інсоляції, %	Зниження температур и поверхні, °С
1	Густий масив зелених насаджень	3,5 – 5,5	10 – 20	50 – 75	95 – 100	20 – 25
2	Група дерев	1 – 1,5	4 – 6	20 – 40	94 – 96	12 – 20
3	Рядова посадка дерев	1 – 1,5	4 – 6	30 – 50	95	12 – 19
4	Газон, квітник	0,5	1 – 4	—	—	—
5	Кондиціонувальна установка, безперервна завіса води висотою 2,5 м	8	40	—	—	—
6	Фонтан	1,5 – 3,5	5 – 10	—	—	—
7	Пергола, обвита зеленою	1 – 1,5	—	20 – 30	80	—
8	Навіс	0,5 – 0,8	—	20 – 40	20 – 100	—

1.5 Аналіз аераційного режиму міської забудови

Аераційний режим міста суттєво відрізняється від аераційного режиму приміській зони. Головним при аналізі аераційного режиму вважається встановлення закономірностей трансформації вітрових потоків та формування місцевих вітрів в залежності від характеру забудови та ландшафту міста.

Напрямок повітряних потоків, що установлюються на території забудови на рівні 1,5-2 м від поверхні землі, визначається складною взаємодією турбулентного вітрового потоку з будинками, що являють собою перешкоди чи формують повітряні потоки. Розрахункових методів, які б давали змогу побудувати карти забудови з нанесенням на них ізотак – кривих з однаковими значеннями швидкості вітру на цей момент не існує.

Однак, завдяки розвитку теорії аерації [50,20] та вивченню цього процесу у забудові [24,51,52], розроблені як графоаналітичні методи аналізу вітрового режиму [53,54,55], так і методи його фізичного моделювання у аеродинамічній трубі (рис. 1.10) та гідролотку [50,56]. Методи фізичного моделювання потребують наявності необхідного устаткування, які, як правило, є тільки у деяких наукових установах, тому при архітектурному проектуванні використовуються графоаналітичні методи.

Графоаналітичні методи дозволяють приблизно оцінити комфортність території забудови з точки зору її аерації. Критерієм ефективності планувального рішення є відношення між площею території з сприятливим вітровим режимом та всій територією мікрорайону. В умовах підвищеної швидкості вітру (переважання вітрів зі середньою швидкістю 5-7 м/с) площа вітрового затінення повинна бути максимальною, а у штильових умовах – мінімальною. Наприклад, для середньої швидкості вітру 7 м/с на висоті 2 м від рівня землі на відкритій місцевості сприятливі умови забезпечуються при зниженні його швидкості в забудові на 50%. Критерієм оцінки в цьому випадку буде максимум площі території забудови, де вихідна швидкість вітру знижена на 50% та більш [23].

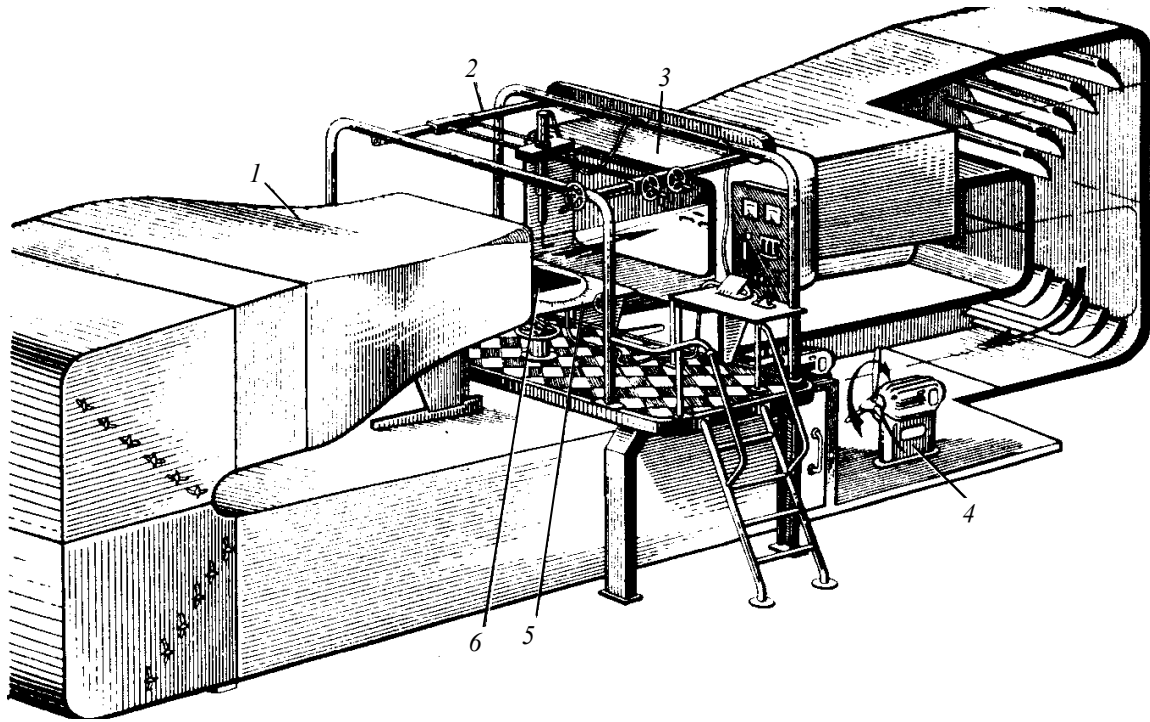


Рис. 1.10 – Аеродинамічна труба (за [50])

1 F сопло; 2 F тривісний координатник; 3 F дифузор; 4 F гвинтомоторні групи; 5 F поворотний столик; 6 F модель, що досліджується

Кількісний вираз залежності між співвідношенням довжини та ширини фасаду окремого будинку та довжиною та площею вітровою тіні, що він утворює, F основа методики планування в складних вітрових умовах. Розглянемо, як можна визначити це співвідношення.

Перш за все треба перейти від швидкості вітру u_0 , м/с, визначеної за даними метеостанції, що замірюється на висоті флюгера (звичайно 10-15 м над поверхнею землі – ці данні наводяться у нормативних документах та довідниках по клімату [36,10,57,58]), до швидкості вітру u , м/с, на висоті 2 м. Це можна зробити за допомогою формули

$$u = ku_0, \quad (1.9)$$

де k — коефіцієнт переводу, що визначається за графіком, наведеним на рис. 1.11, або за формулою

$$k = \left(\frac{2}{h_\phi} \right)^{\frac{1}{5}}, \quad (1.10)$$

де h_ϕ F ви сота флюгера, м.

Контур вітрової тіні на плані за плоским екраном, що має співвідношення $l > 15h$, де l — його довжина, а h — висота, досить грубо можна вважати напівеліпсом (рис. 1.12, а), один діаметр якого співпадає з екраном і дорівнює l , а сполучений до нього напівдіаметр співпадає по напрямку з напрямком вітру u , та має довжину m , що в умовах горизонтальної території визначається за формулою

$$m = k_e \cdot k_n \cdot k_\phi \cdot h, \quad (1.11)$$

де k_e — коефіцієнт пропорцій екрану, що визначається за графіком, наведеним на рис. 1.13;

k_{Φ} — коефіцієнт пористості екрану¹², що визначається за графіком, наведеним на рис. 1.14;

k_m — коефіцієнт характеру місцевості: $k_m=1$ на відкритій місцевості; в забудові $k_m=0,8$ при пористості екрану $\Phi=0,2$ та $k_m=0,5$ при $\Phi=0,6$

При побудові тіні від прямокутного у плані будинку кожний фасад, що формує вітрову тінь, приймається за окремий плоский екран зі своїм напівеліпсом вітрової тіні, а контур загальної тіні складається з ділянок дуг цих напівеліпсів та дотичного до них відрізка прямої (рис. 1.12, б). Приклади побудови контурів вітрових тіней для більш складних випадків показано на рис. 1.12, в-е.

В умовах гірського рельєфу на навітряному схилі довжина вітрової тіні від будинку досить суттєво залежить від ухилу схилу. При ухилі 50% вона коротшає приблизно на 30%. Залежність довжини вітрової тіні окремого будинку, при вітрі, що тне вздовж лінії найбільшого ухилу, стосовно до різних ухилів місцевості для навітряного схилу представлена на рис. 1.15. На цьому рисунку наведено графіки, що дозволяють визначити значення коефіцієнту k_e при зниженні швидкості вітру за будинком на 50%. Аналогічні графіки розроблені і для інших значень зниження швидкості вітру [53].

Аналіз аераційного режиму території мікрорайону, що проектується, з застосуванням викладеної методики рекомендується проводити у такій послідовності [23]:

1) за даними метеостанції визначаються переважаючі напрямки вітрів на майданчику майбутньої забудови по порам року. Вводяться поправки на висоту флюгера (рис. 1.11) та рельєф місцевості (табл. 1.10);

2) задається відсоток зниження вихідної швидкості вітру (він може бути різним для вітрів, що переважають, наприклад, зимою та літом);

3) призначається бажане значення площі територій, що знаходяться у вітрової тіні для кожного переважаючого напрямку вітру (як правило, не більш двох-трьох);

4) за допомогою графіків (рис. 1.13 -1.15) за формулою (1.10) визначається довжини вітрових тіней від будинків для кожного напрямку вітру;

5) на плані забудови мікрорайону наносяться контури вітрової тіні від кожного будинку, підраховується сумарна площа території вітрової тіні та вираховується відсоткове співвідношення територій, що затінюються від вітру, до загальної території мікрорайону (рис. 1.16). При необхідності вносяться зміни у ескіз планування і забудови міста;

6) аераційний режим остаточного варіанту планування і забудови житлового мікрорайону бажано перевірити на макеті у аеродинамічній трубі.

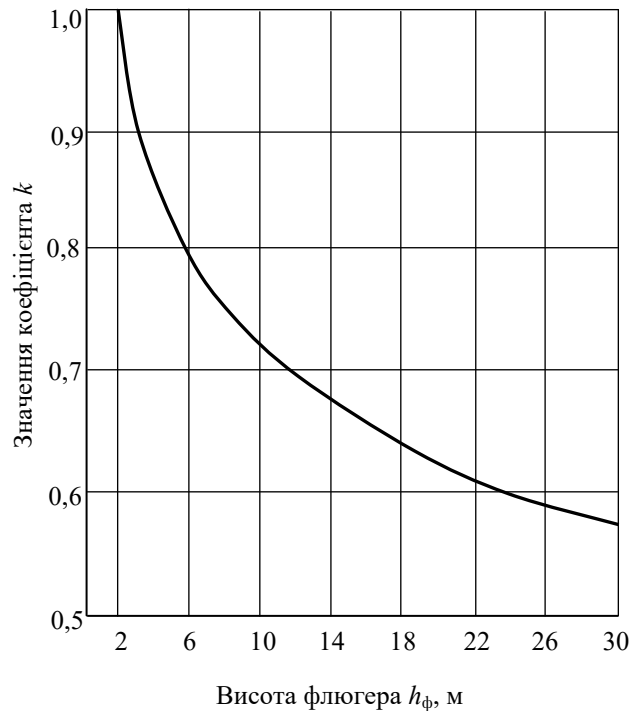


Рис. 1.11 – Коефіцієнт переведу швидкості вітру на висоті флюгера до швидкості вітру на висоті 2 м від рівня землі (за [23])

¹² Під пористістю будинку мається на увазі наявність у нього прорізів для проходу людей проїзду машин та т.п.

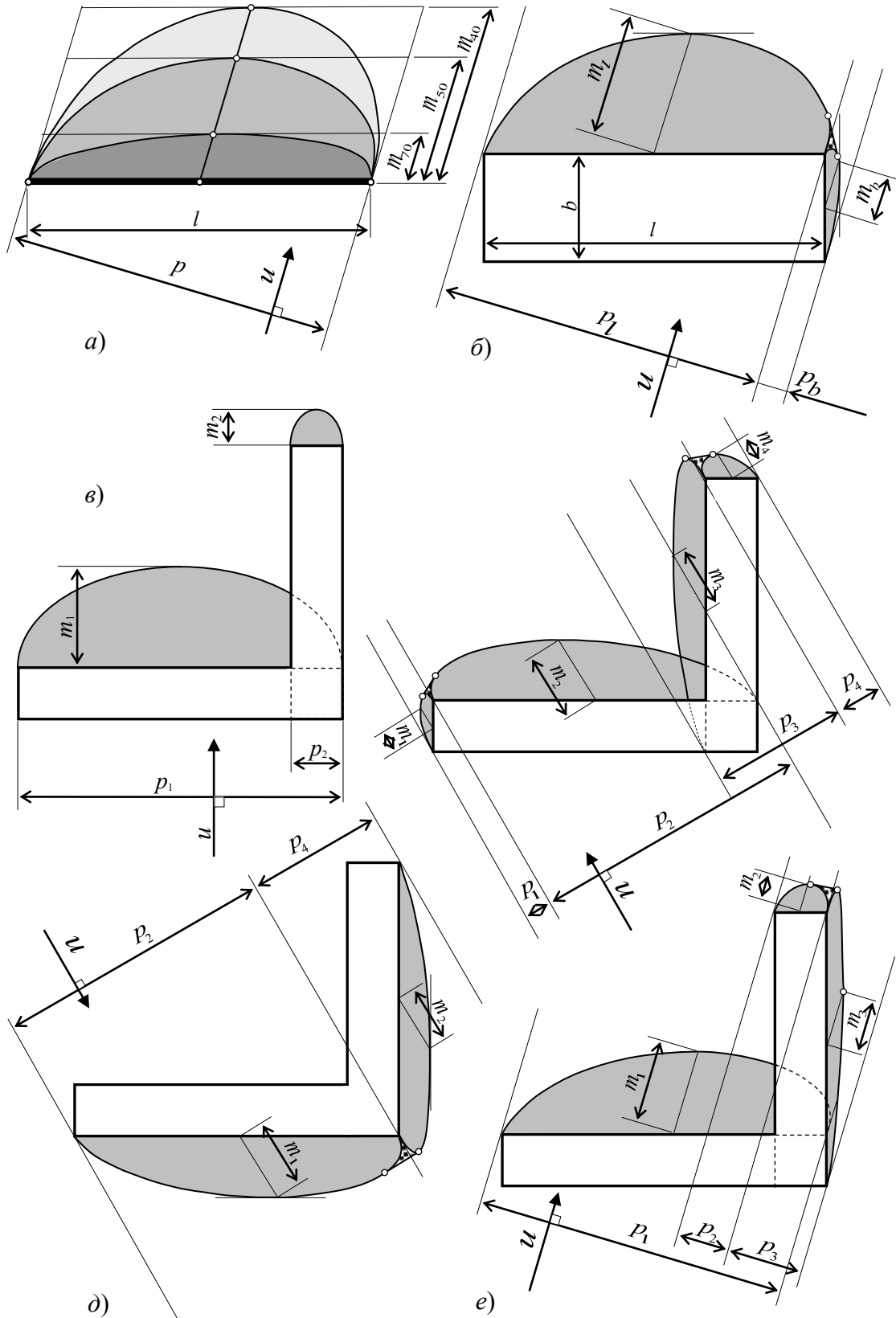


Рис. 1.12 – Побудова вітрових тіней від вітрозахисних екранів та будинків

a — вітрова тінь від екрану; *б* — вітрова тінь від будинку прямокутної форми у плані; *в, г, д, е* — вітрова тінь від будинку складної форми у плані при різних напрямках вітру; m_{70} , m_{50} , m_{40} — довжина тіні від екрану при зниженні швидкості вітру відповідно на 70, 50, 40%; m_1 , m_b — довжина тіні від довгого та короткого фасаду будинку; m_1 , m_2 , m_3 , m_4 — довжина тіні від окремого фасаду будинку; p_1 , p_2 , p_3 , p_4 — довжина окремого фасаду будинку в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру u

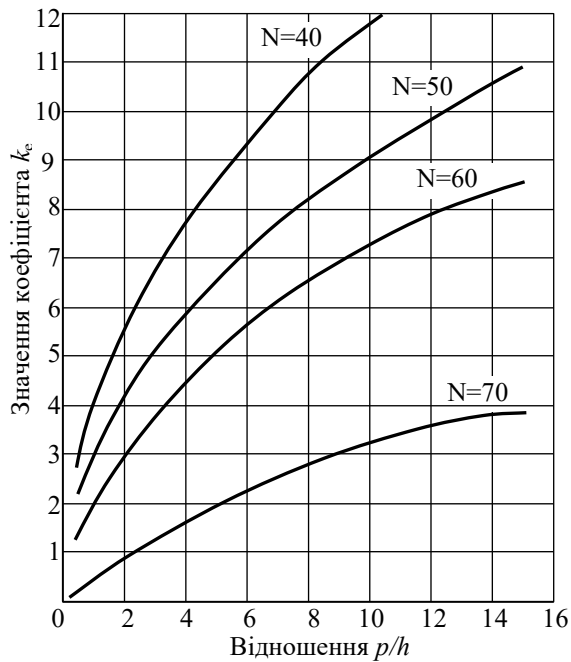


Рис. 1.13 – Коефіцієнт залежності довжини тіні від пропорцій екрану, розташованого на горизонтальній площині (за [23])

p — проекція довжини екрану на площину, перпендикулярну напрямку вітру; h — висота екрану; N — відсоток зниження швидкості вітру за екраном

При застосуванні розглянутої методики визначення площі зон, що захищаються будинком від вітру, слід мати на увазі, що вона дає адекватні результати лише для випадку ізольованого екрану, тобто при відсутності у безпосередньої близькості до будинку інших перешкод для вітру. Якщо ж будинок розташований у міській забудові, то на характер та площу вітрової тіні від нього буде суттєво впливати найближче оточення, яке обумовлює комбінований вплив на вітер як самого будинку так і його оточення. Ефективність захисту від вітру території за будинком в умовах високої неоднорідності поля швидкостей та турбулентності, що спричиняються оточенням, дуже знижується. Так зона, де швидкість вітру зменшується на $N = 70\%$, може стати менше на 70% , зона, де $N = 50\%$, — на 55% , а зона, де $N = 20\%$, — на 45% [53]. Таким чином, вплив безпосереднього оточення дуже суттєве. Правда ефективність вітрозахисту екраном зростає при зростанні сили вітру, тобто як раз у тому випадку, коли власне екран стає необхідним.

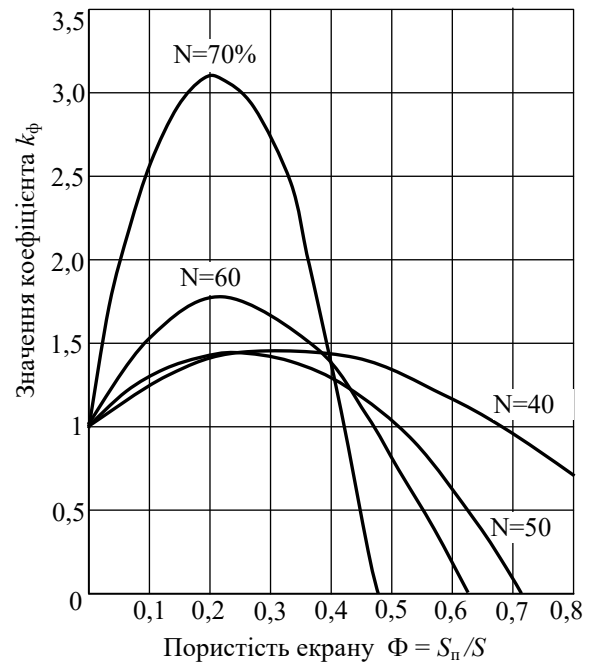


Рис. 1.14 – Коефіцієнт залежності довжини тіні від пористості екрану (за [54])

S_n — площа прорізів у екрані; S — площа всього екрану; N — відсоток зниження швидкості вітру за екраном

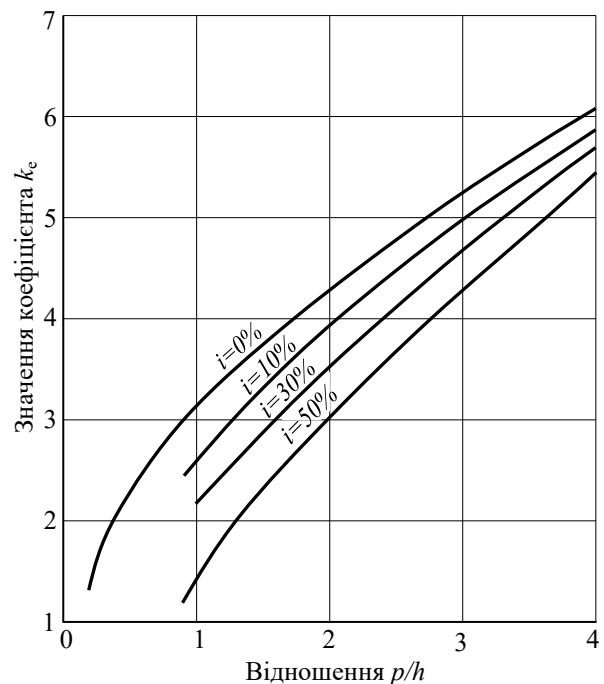


Рис. 1.15 – Коефіцієнт залежності довжини тіні від пропорцій екрану, розташованого на навітряному схилі, при розрахунковому зниженні швидкості вітру на 50% (за [23])

p — проекція довжини екрану на площину, перпендикулярну напрямку вітру; h — висота екрану; i — ухил схилу

В умовах сильних вітрів кращий вітрозахист забезпечується застосуванням протяжних багатосекційних будинків, розташованих поперек переважаючим вітрам. В умовах малих швидкостей вітру кращі будинки баштаноного типу, що забезпечують максимальну схоронність вихідної швидкості вітру, а багатосекційні будинки слід розташовувати під кутом не більш 45° до напрямку сприятливого вітру. У просторі між двома паралельними будинками при відстані між ними $10h$, при умові, що вітер тне перпендикулярно їм, протяжність безперервної вітрової тіні складає $8h$, а вітрова тінь за другим будинком дорівнює $4h$. Розміщення двох паралельних будинків під кутом 45° до вітру різко знижує розміри вітрової тіні. При напрямку вітру вздовж фасадів будинків вихідна швидкість вітру практично не знижується, а біля навітряних торців виникають зони підвищених швидкостей вітру [23]

При аналізі аераційного режиму території крім володіння розрахунковою методикою проектувальнику необхідно представляти фізичну картину процесу обтікання вітром елементів забудови. Для прикладу у табл. 1.15 наведено приблизні схеми аеродинамічних ефектів, що можуть виникати на ділянках забудови [54,51,1,24].

З характеристикою вітрового режиму безпосередньо пов'язані оцінка та розрахунок процесів снігопереносу узимку та пилопескопереносу літом. Орієнтованою умовою, при яких стають можливими ці процеси, є перевищення швидкості вітру величини 5 м/с .

Сніг, що переноситься вітром, при натиканні на будинок відкладається у вигляді заметів як перед будинком, так і за ним (рис. 1.17). З навітряного боку замет безпосередньо не примикає до стіни, а відстає від неї на відстань, що залежить від розмірів будинку. З підвітряного боку замет примикає до стіни. Оцінку сніговідкладень у забудові можна визначити розрахунком [59,60].

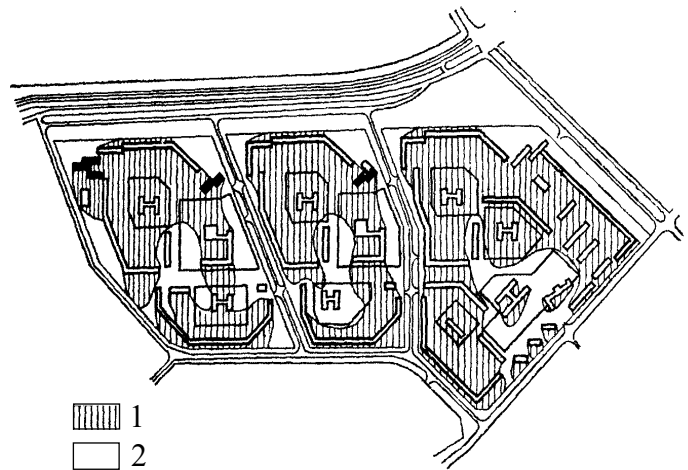


Рис. 1.16. Приклад карти аерації території мікрорайонуза [23])

1 — територія, що затінюється від вітру; 2 — територія, де відсутнє вітрове затінення

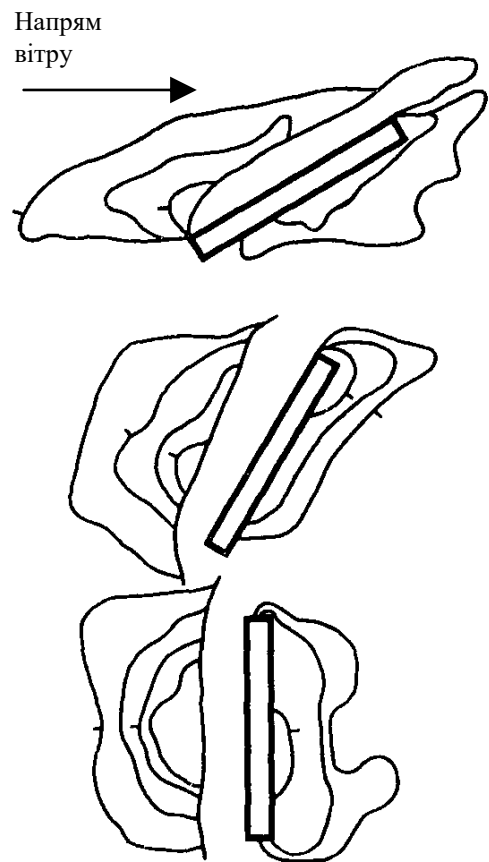
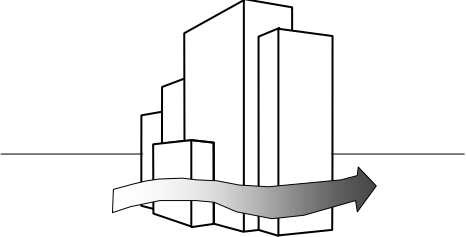
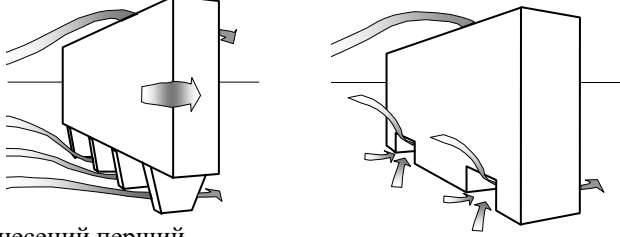
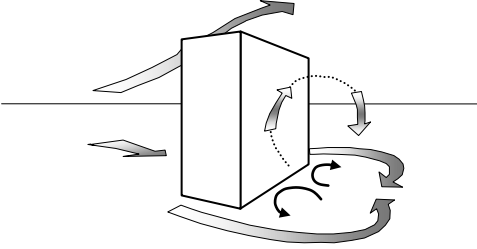
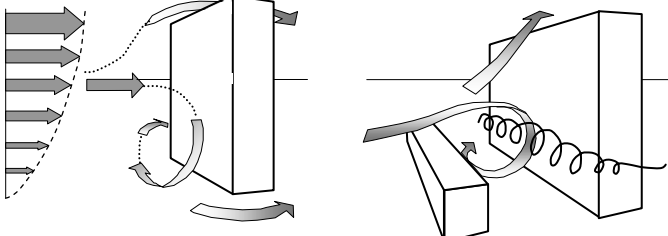
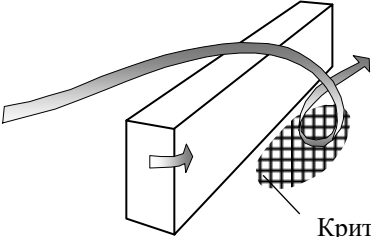
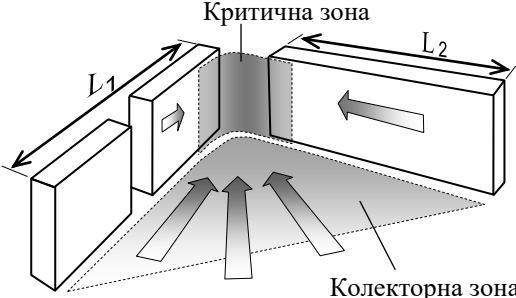
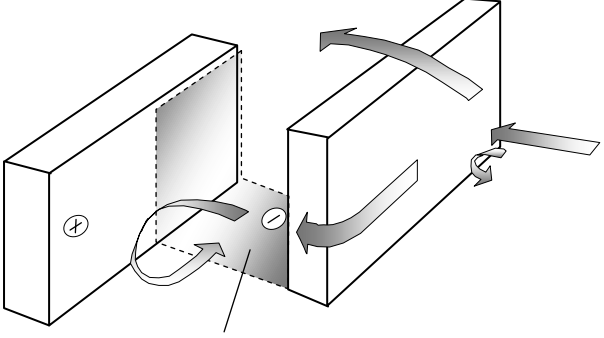
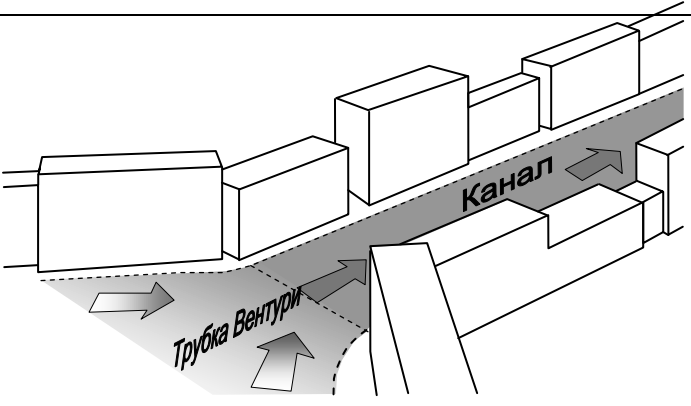
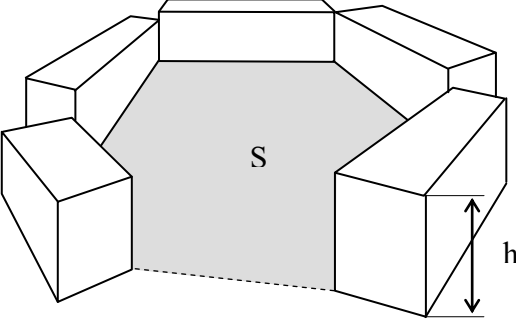
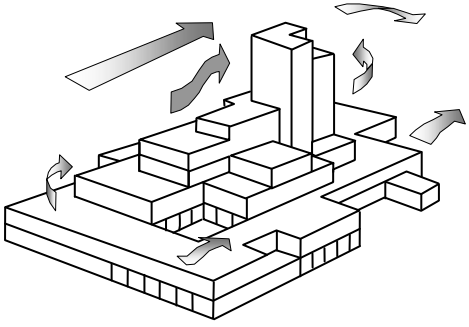


Рис. 1.17. Вид сніговідкладень в залежності від повороту будинку до напрямку вітру (за [12])

Таблиця. 1.15 – Аеродинамічні ефекти, що мають місце на території забудови

№ п.п.	Назва	Суть ефекту	Схеми
1	Ефект рогів	Явище обтікання рогів споруди, при якому взаємодіє зона підвищеного тиску з навітряного боку та зона вільного тиску з боків будинку, паралельних вітру	
2	Ефект прорізів у нижній частині будинків	Явище течії у прорізах та проходах під будинком, при якому встановлюється зв'язок між навітряним боком будинку, де виникає підвищений тиск та підвітряним боком, де тиск знижений	 <p data-bbox="724 779 954 835">Піднесений перший поверх</p> <p data-bbox="1107 808 1331 835">Проходи у будинку</p>
3	Ефект сліду	Вихровий рух турбулентного повітря з підвітряного боку будинку	
4	Ефект противітру	Турбулентні вихори у підніжжя будинку з боку, оберненого до вітру. Цей ефект посилюється, якщо перед будинком є ще будинок невеликої висоти ($h \beta 15 \text{ м}$)	
5	Ефект поздовжньої перешкоди	Відхилення течії вітру при обтіканні протяжної перешкоди по спіральній траєкторії на кут до 45° від початкового напрямку	 <p data-bbox="1059 1653 1230 1680">Критична зона</p>
6	Трубка Вентурі	Споруди, побудовані у формі кутка, відкритого назустріч вітру, утворюють своєрідний колектор повітря. Критична, з точки зору комфортності, зона розташовується у місці звуження	 <p data-bbox="938 1749 1109 1776">Критична зона</p> <p data-bbox="1066 2022 1257 2049">Колекторна зона</p>

Г п.п.	Назва	Суть ефекту	Схеми
7	Ефект взаємозв'язку	Явище течії повітря між двома зонами з різним тиском, що утворюються між будинками, розташованими у шаховому порядку, коли вітер спрямований під кутом близьким до прямого по відношенню до фасадів будинків. Між будинками вітер спрямований в бік зниження тиску	 <p style="text-align: center;">Зона зв'язку</p>
8	Ефект каналу	Рядкова забудова, будучи відкритою зверху, утворює канал. Самостійно ефект каналу не призводить до виникнення шкідливого впливу. Він проявляється тільки тоді, коли об'єднується з одною із аеродинамічних аномалій – тоді він переносить її по всій довжині каналу	 <p style="text-align: center;">Канал</p> <p style="text-align: center;">Трубка Вентури</p>
9	Ефект кільця	Будинки прилягають один до одного, утворюючи комірку чи кишеньку. У різних випадках (в залежності від співвідношення S/h^2 , форми, орієнтації до вітру та т.і.) цей ефект може як посилювати швидкість вітру на території кільця, так і знижувати її	 <p style="text-align: center;">S</p> <p style="text-align: right;">h</p>
10	Ефект піраміди	Будинок складної об'ємно-планувальної структури, що нагадує піраміду. Аномалії виникають в основному на відкритих терасах-дахах.	

№ п.п.	Назва	Суть ефекту	Схеми
11	Ефект термодинамічної конвекції	Під впливом інсоляції на забудову на її території виникають складні теплообмінні процеси, які викликають у багатьох випадках конвективний рух повітря у просторах між будинками (1). Біля стін, що опромінює Сонце, виникають ламінарні (2), локоноподібні (3) та вихрові (4) потоки повітря. Над поверхнею землі, що опромінюється, виникає вільний теплообмін (5)	
12	Ефект зелених смуг	Дерева, що утворюють смугу, знижують швидкість вітрових потоків, що тнуть перпендикулярно смугі. Ефективність смуги залежить від густини насаджень. Розряджені дерева незначно знижують швидкість вітру (а), густі насадження здатні утворити вітрову тінь (б).	
13	Ефект кущів	Посадка кущів після смуги з густих дерев направляє вітровий потік угору, при цьому утворюється вітрова тінь (а). Навпаки, посадка кущів перед смугою дерев здатна направити рух повітря у приміщення перших поверхів будинків (б)	

В умовах сухого жаркого клімату у містах, розташованих у пустелях чи поблизу них, актуальним питанням є захист території забудови та доріг від пило- та піскопереносу. Піщані заноси, що утворюються у наслідок насунання на дорогу барханів, можуть досягти таких розмірів, що рух транспорту повністю припиняється. Механізм пило- та піскопереносу, розрахункові методи визначення їх об'ємів, а також міри захисту ретельно розглядаються у [61,62]

1.6 Кліматичні умови, що сприяють забрудненню повітря у містах

Охорона повітряного простору від забруднення – важлива екологічна задача, вирішенням якої, у комплексі з іншими задачами охорони навколишнього середовища, займаються фахівці з інженерної екології [63,64]. Однак ступінь забруднення повітря та земної поверхні залежить не лише від кількості речовин, що викидаються у довкілля, але і розподілом забруднення у просторі та часі, який, в свою чергу, обумовлюється кліматичними особливостями місцевості, в першу чергу, її температурним та аераційним режимами. Тому цю задачу можна віднести і до задач архітектурно-будівельної кліматології, що потребує вирішення при розробці планування населених міст.

Джерелами штучного забруднення у містах є фабрики та заводи, енергетичні та опалювальні підприємства, а також автотранспорт, на який у великих містах припадає більше 50% всіх забруднюючих атмосферу речовин [23,65]. Як відомо, до забруднювачів атмосфери відносять також шуми [12,66,67].

Так як всі забруднюючі речовини шкідливо діють на людину, тваринний та рослинний мир, а також, в деякій мірі, і на будинки¹³, то для більшості таких речовин встановлені *гранично допустимі концентрації* (ГДК) – максимальна концентрація доміси у атмосфері, яка при періодичному впливу чи на протязі всього життя людини не окаже шкідливого впливу, враховуючи віддаленні наслідки, на нього і на довкілля в цілому.

Сукупність метеорологічних факторів, що впливають на концентрацію домішок, розподіл її по вертикалі та горизонталі, а також зміну в часі, прийнято називати *потенціалом забруднення атмосфери* (ПЗА). Елементами ПЗА крім температури повітря, швидкості і напрямку вітру та їх розподілу по висоті, є вологість повітря, опади та хмарність, поле тиску та ін.[68].

Найбільш несприятливий характер розсіяння шкідливих речовин спостерігається при температурних інверсіях, коли нижній шар повітря дуже стійкий. При цих умовах *факел забруднення* притискується до землі і розповсюджується на велику територію (рис. 1.18).

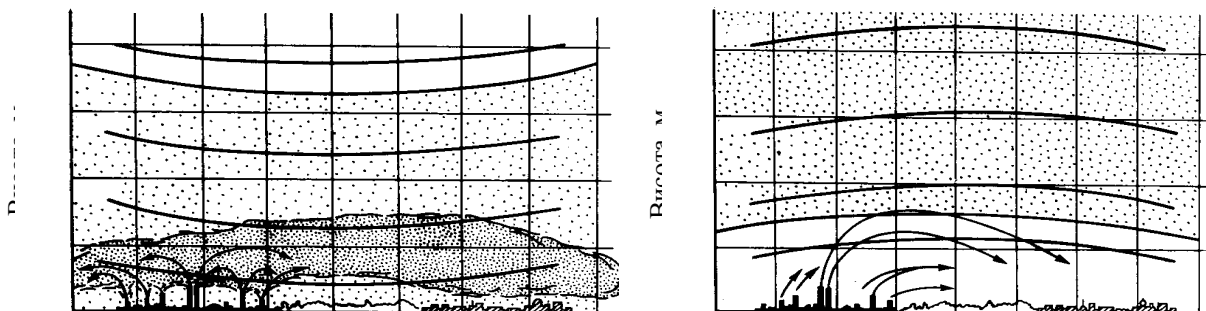


Рис. 1.18 - Вплив температурної інверсії на забруднення повітря у місті (за [12])

a — випадок приземної інверсії; *b* — випадок підвищеної інверсії

¹³ Наприклад, коли над містом випадає дощ, вуглецеві та сірчисті дими, а також деякі інші домішки, легко розчиняються у дощових краплинах. тому краплі води перетворюються у слабкі розчини сірчаної чи іншої кислоти. Ці розчини чинять руйнівну дію на будинки, їх арматуру, скульптурні прикраси тощо.

При незмінній інтенсивності викидів забруднюючих речовин рівень забруднення у місті суттєво залежить від швидкості вітру та турбулентних процесів у атмосфері. Чим вище швидкість вітру та більше турбулентний обмін, тим скоріше видуваються домішки з території міста і переносяться з приземного шару у більш високі шари. Підвищенню рівня забруднення у приземному шару міста сприяє відсутність опадів, які вимивають домішки, та антициклонічне баричне поле, при якому зазвичай вітер слабкий, а стратифікація інверсійна.

Наявність рельєфу може ускладнити екологічну обстановку у місті, особливо при несприятливих кліматичних умовах. При розміщенні промислової зони нижче території забудови з навітряного боку схилу (рис. 1.19, *a*), вона може опинитися на рівні факелу забруднення, тому таке рішення небажане. Як що промислова зона знаходиться вище території житлової забудови на підвітряному схилі, то при звичайних метеорологічних умовах

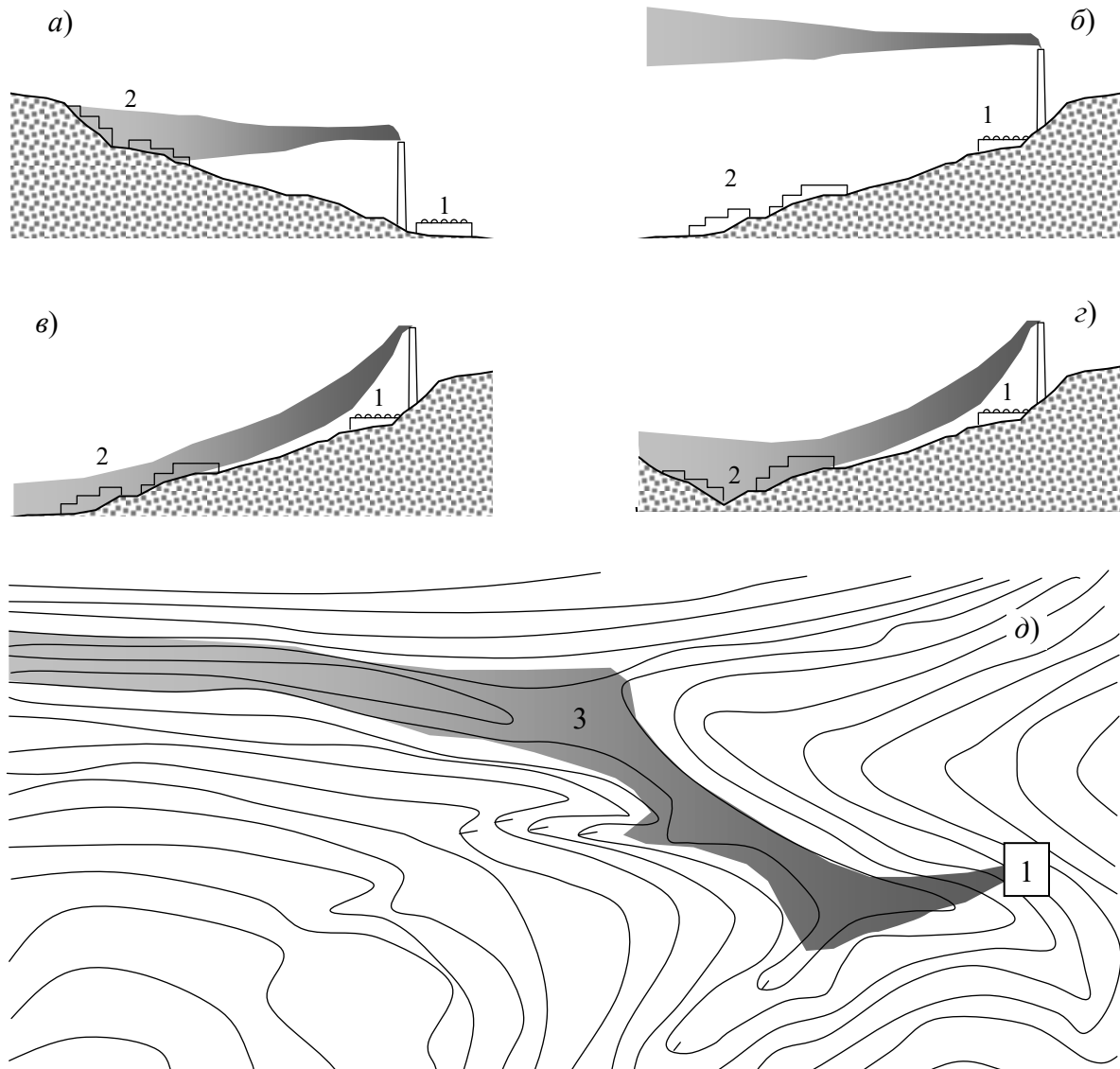


Рис. 1.19 – Вплив рельєфу місцевості на розповсюдження забруднення повітряного простору

a — територія забудови знаходиться на рівні факела забруднення; *б* — територія забудови знаходиться нижче факела забруднення при нормальних метеорологічних умовах; *в* — та ж сама територія забудови знаходиться у факелі забруднення при температурних інверсіях; *г* — територія забудови знаходиться у котловині, де утворюється несприятливі умови при температурних інверсіях; *д* — визначення на гіпсометричній підоснові несприятливої ділянки для розміщення житлової забудови за умовами можливого стоку забруднення; 1 — джерело забруднення; 2 — житлова забудова; 3 — зона можливого забруднення

факел забруднення не накриває останню (рис. 1.19, б), однак, при несприятливих метеорологічних умовах (температурних інверсіях) територія забудови буде забруднюватися промисловими викидами (рис. 1.19, в). Найбільш несприятливі при цих умовах є ділянки котловин, де охоложене повітря накопичується, та утворює шар охолодженого стійкого повітря товщиною до 200 м [68]. При визначенні ділянок для розміщення житла необхідно проводити ретельний аналіз рельєфу місцевості з урахуванням можливості забруднення території при несприятливих метеорологічних умовах (рис. 1.19, з).

Щоб запобігти впливу шкідливих виділень промислових підприємств на сельбищні території міста слід витримувати необхідні *санітарні розриви* між ними та створювати озеленені *санітарно-захисні зони* (СЗЗ). Ширина СЗЗ – це відстань, за якою при всіх розрахункових несприятливих умовах не буде перевищена ГДК. В залежності від шкідливості норми поділяють підприємства на п'ять класів, відповідно яким встановлюються розміри СЗЗ у 1000, 500, 300, 100 та 50 м [69]. На базі розрахунків СЗЗ можуть бути збільшені утричі і можуть корегуватися в залежності від повторюваності вітрів.

Математичні методи дозволяють у кожному конкретному випадку розрахувати концентрацію шкідливих речовин на будь-якій відстані від джерела викиду та точно визначити необхідну ширину СЗЗ [70-74].

Інженерні методи розрахунку розрізняють високі незатінені та низькі затінені джерела викиду [68]. Високим джерелами вважаються труби, що переважають більше ніж у 3,5 рази висоту навколишніх будинків. При розповсюдженні викиду з таких труб можна зневажити впливом на вітер оточуючої забудови. Низькими джерелами забруднення вважають невисокі труби, шахти, аераційні ліхтарі над промисловими будинками, відкрито розташоване технологічне обладнання та т.і. На розповсюдження викидів з таких джерел вже впливає деформація вітру, пов'язана з забудовою, що значно ускладнює розрахунки, однак забруднення ними атмосферного повітря зазвичай охоплює території самих підприємств [68,75], тому у цьому посібнику ці джерела не розглядаються.

Схему забруднення атмосфери високим джерелом у напрямку вітру наведено на рис. 1.20. Особливу увагу приділяють зоні задимлення, де знаходиться точка X_m з найбільшою концентрацією C_m , мг/м³, шкідливих викидів.

Розрахунок забруднення території за схемою рис. 1.20 передбачає розділення джерел викиду на теплі та холодні [76]. Як що газоповітряний викид має ту ж температуру, що і навколишнє повітря, або він тепліше за нього не більше ніж на 20°C, то такі джерела відносяться до холодних, всі інші джерела – теплі.

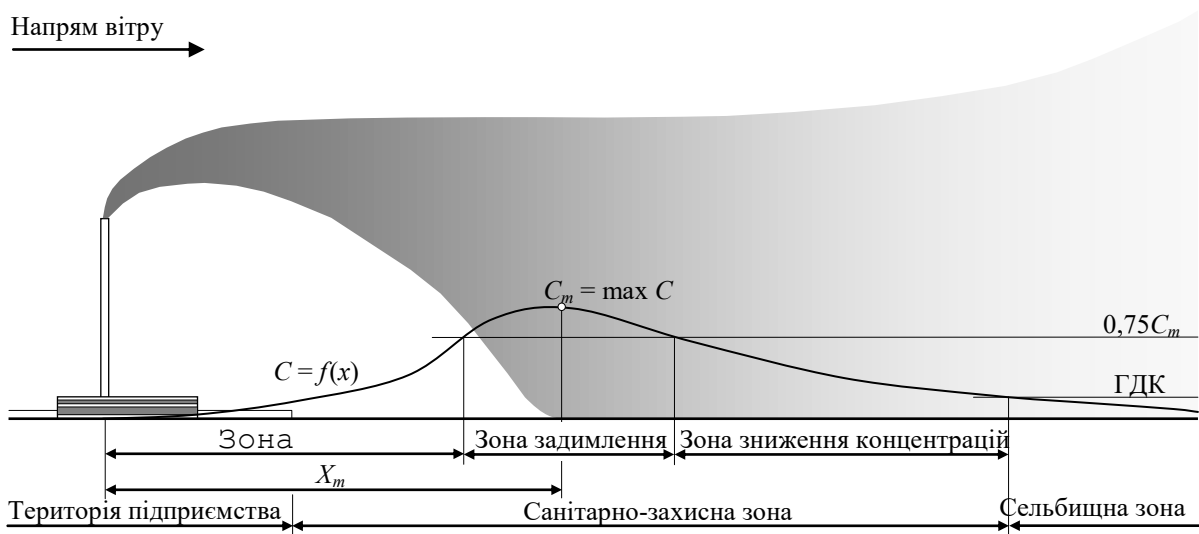


Рис. 1.20 – Забруднення атмосфери високим джерелом викиду

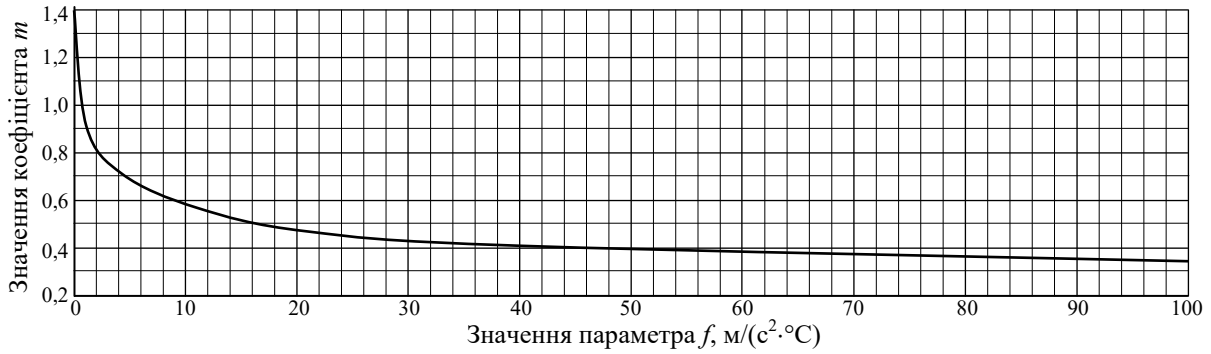


Рис. 1.21 – Значення коефіцієнта m (за [76])

Максимальна концентрація C_m , мг/м³, для теплового джерела знаходиться за формулою

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V\Delta t}}, \quad (1.11)$$

де A – параметр, що характеризує потенціал забруднення атмосфери, який на території

України дорівнює 160 с^{2/3}·мг·°С^{1/3}/Г;

M – потужність джерела по шкідливій речовині, г/с;

F – коефіцієнт швидкості осідання шкідливих речовин у повітрі, який для газоподібних речовин та дрібнодисперсних аерозолів дорівнює 1, а для пилу та золи приймає значення від 2 до 3, в залежності від їх здатності до осідання під дією сили тяжіння;

m і n – коефіцієнти, які враховують умови витoku газової суміші із устя джерела викиду, що визначаються за графіками на рис. 1.21 та 1.22, в залежності від параметрів f , м/(с²·°С), та v_m , м/с:

$$f = 10^3 \frac{w^2 D}{H^2 \Delta t}, \quad (1.12)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V\Delta t}{H}}; \quad (1.13)$$

w – швидкість виходу газів, м/с;

D – діаметр устя джерела викиду, м;

H – висота джерела викиду по відношенню до земної поверхні, м;

$\Delta t = t_r - t_0$ – різниця, °С, між температурою газів, що викидаються t_r , та температурою повітря t_0 , що приймається як середня температура самого жаркого місяця у 13 годин і може бути визначена за формулою

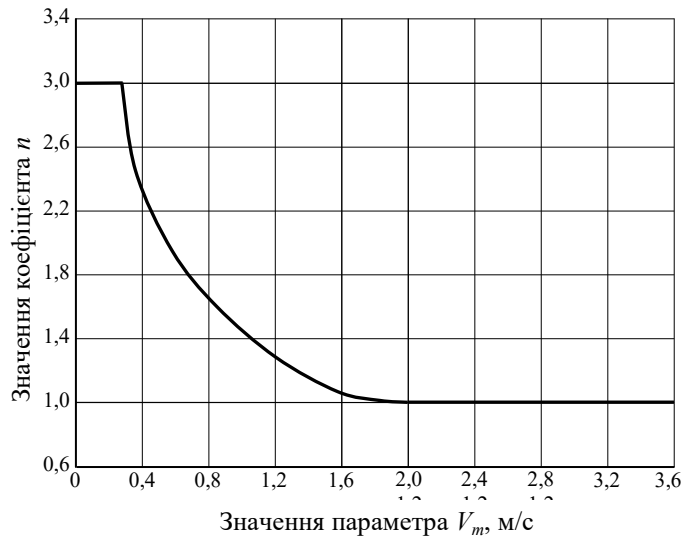


Рис. 1.22 – Значення коефіцієнта n (за [76])

$$t_0 = t_{с.ж.} + \frac{A_{с.ж.}}{2}; \quad (1.14)$$

$t_{с.ж.}$ – середня температура повітря самого жаркого місяця, °С, згідно [36];

$A_{с.ж.}$ – середня добова амплітуда температури повітря самого жаркого місяця, °С, згідно [36];

V – об'ємна витрата газоподібної суміші, м³/с:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} w. \quad (1.15)$$

Максимальна концентрація C_m , мг/м³, для холодного джерела знаходиться за формулою

$$C_m = \frac{AMFDn}{8V^3\sqrt{H^4}}, \quad (1.16)$$

де M, F, D, V, H – теж саме, що у формулі (1.11);

A – параметр, що має такі ж значення, що і у формулі (1.11), але має розмірність мг·м^{1/3}/г;

n – коефіцієнт, що визначається по графіку на рис.1.19 в залежності від величини параметра v_m , м/с, що, в свою чергу розраховується за формулою

$$v_m = 1,3 \frac{wD}{H}. \quad (1.17)$$

Відстань X_m , м, до місця максимальної приземної концентрації, де $C = C_m$, знаходять за формулами:

$$\text{як що } F < 2, \quad \text{то } X_m = dH; \quad (1.18)$$

$$\text{як що } F > 2, \quad \text{то } X_m = \frac{5-F}{4} dH,$$

де d – коефіцієнт, що для теплого джерела знаходиться в залежності від f та v_m за допомогою графіка на рис.1.23, а для холодного джерела визначається за формулами:

$$\text{як що } v_m < 2, \quad \text{то } d = 11,4 v_m; \quad (1.19)$$

$$\text{як що } v_m > 2, \quad \text{то } d = 16,1 \sqrt{v_m}.$$

Швидкість вітру u_m , м/с, на рівні флюгера, при якій має місце концентрація C_m , визначається за умовами:

$$\text{як що } v_m < 0,5, \quad \text{то } u_m = 0,5;$$

$$\text{як що } 0,5 < v_m < 2, \quad \text{то } u_m = v_m;$$

$$\text{як що } v_m > 2, \quad f < 100, \quad \text{то } u_m = v_m(1 + 0,12\sqrt{f});$$

$$\text{як що } v_m > 2, \quad f > 100, \quad \text{то } u_m = 2,2 v_m. \quad (1.20)$$

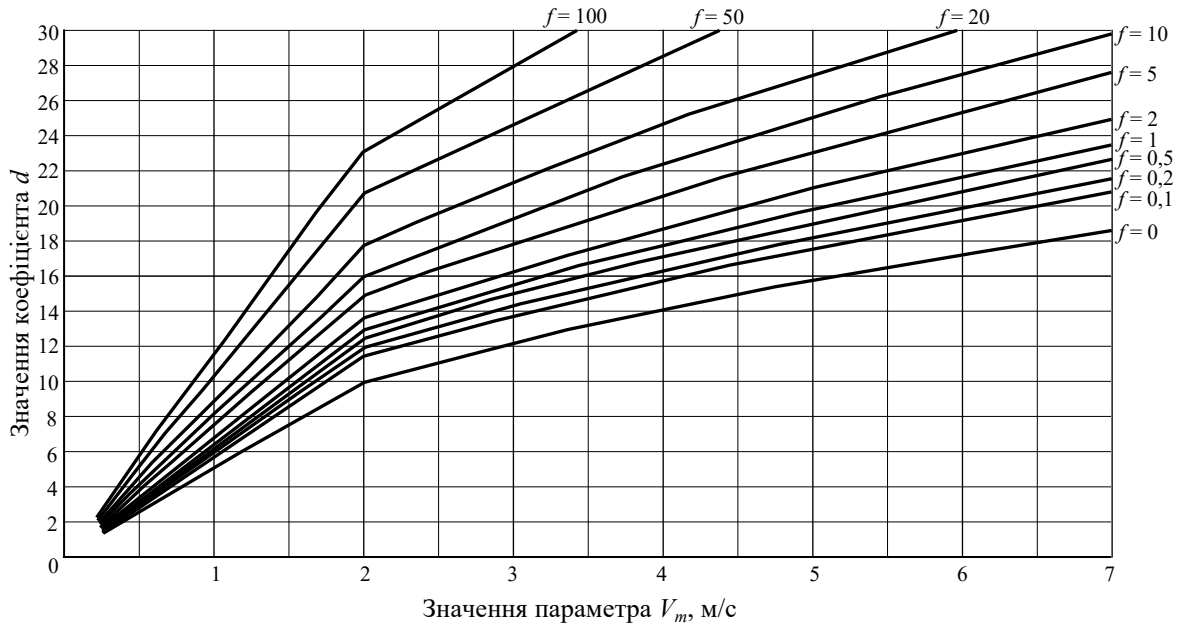


Рис. 1.23 – Значення коефіцієнта d для теплого джерела (за [76])

При довільній швидкості вітру u , м/с, максимальна приземна концентрація викидів C_{m^*} , мг/м³, знаходиться за формулою

$$C_{m^*} = rC_m, \quad (1.21)$$

де r – коефіцієнт, що знаходиться за графіком на рис. 1.24.

Ця концентрація буде розташована на відстані X_{m^*} , м, від джерела, яку можна визначити за формулою

$$X_{m^*} = pX_m, \quad (1.22)$$

де p – коефіцієнт, що знаходиться за графіком на рис. 1.25.

На будь-якій відстані x , м, від джерела по осі факела концентрації C_x , мг/м³, біля землі знаходять за формулою

$$C_x = S_1 C_{m^*}, \quad (1.23)$$

де S_1 – коефіцієнт, що знаходиться за графіком на рис. 1.26.

В точках площини, перпендикулярної напрямку осі факела, що знаходиться від джерела на відстані x , м, концентрації викидів біля поверхні землі C_y , мг/м³, можна знайти за формулою

$$C_y = S_2 C_x, \quad (1.24)$$

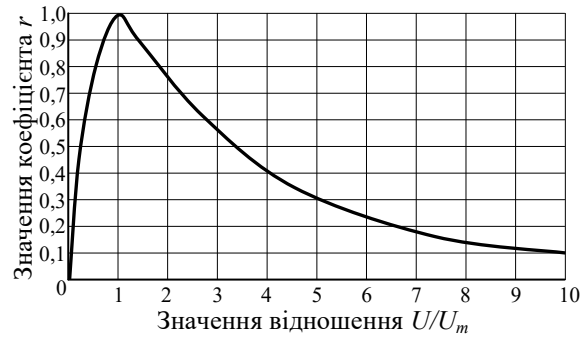


Рис. 1.24 – Значення коефіцієнта r (за [76])

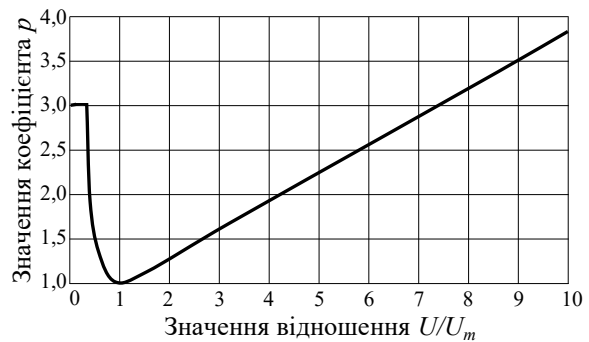


Рис. 1.25 – Значення коефіцієнта p (за [76])

де S_2 – коефіцієнт, що знаходиться за графіком на рис. 1.27, в залежності від параметра k , м/с:

$$k = u \left(\frac{y}{x} \right)^2, \quad (1.25)$$

u – швидкість вітру у напрямку розповсюдження факела викиду, м/с;

y – відстань від точки, де визначається концентрація, до вертикальної площини, який належить ось факела, м.

Наведена методика дозволяє розрахувати концентрацію шкідливої речовини у викидові підприємства з високим джерелом викиду у приземному шарі атмосфери на довільній відстані при розрахунковій швидкості вітру. Вона розроблена для умов спокійного рельєфу, коли перепад висот не перевищує 50 м на 1 км [77].

Концентрації будь-якої шкідливої речовини у сельбищній зоні не повинні перевищувати значень ГДК цієї речовини, встановлених для населених пунктів.

Деякі речовини мають ефект підсумовування шкідливого впливу при сумісній дії. Цім ефектом володіють наступні шкідливі речовини [64]:

- ацетон та фенол;
- ацетальдегід та вінілацетат;
- валеріанова, капронова та масляна кислоти;
- озон, діоксид азоту та формальдегід;
- діоксид сірки та фенол;
- діоксид сірки та діоксид азоту;
- діоксид сірки та фтористий водень;
- діоксид сірки та аерозоль сірчаної кислоти;
- сірководень та дивініл;
- діоксид сірки та сірководень;
- ізопропилбензол та гідропероксид ізопропилбензолу;
- фурфурол, метанол та етанол;
- циклогексан та бензол;
- міцні мінеральні кислоти (сірчана, соляна та азотна) у концентрації за водним іоном;
- етилен, пропилен, бутилен та амилен;
- 2,3- діхлоретан -1,4- нафтохінон та 1,4-нафтохінон;
- оцтова кислота та оцтовий ангідрид;
- ацетон та ацетофенон;
- бензол та ацетофенон;
- фенол та ацетофенон;
- триоксид та діоксид сірки, аміак, оксид азоту.

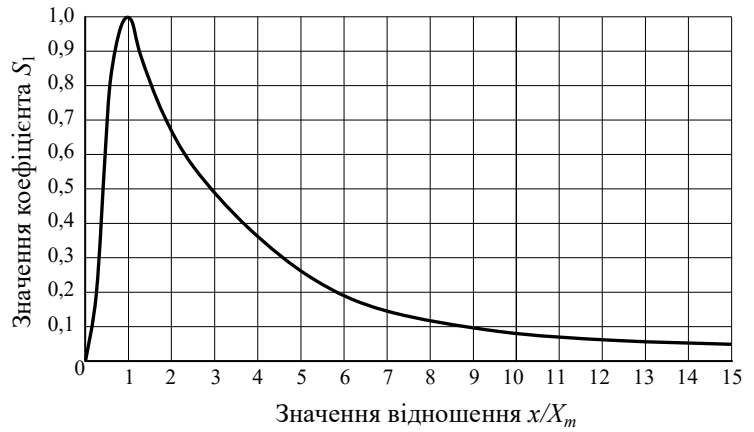


Рис. 1.26 – Значення коефіцієнта S_1 (за [166])

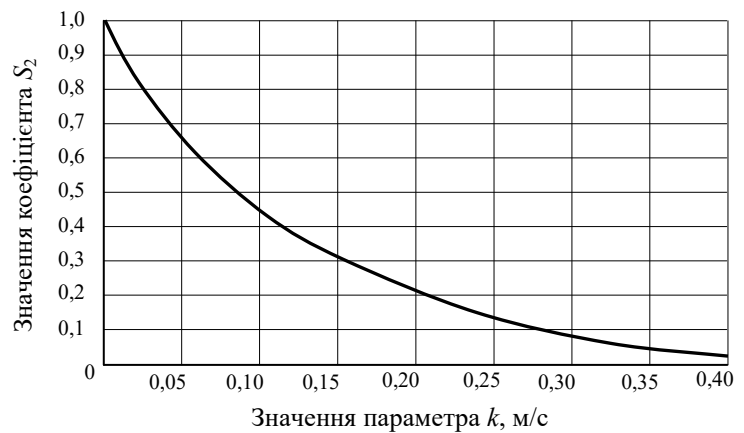


Рис. 1.27 – Значення коефіцієнта S_2 (за [76])

При наявності у атмосферному повітрі кількох речовин, що мають ефект підсумовування шкідливого впливу, сума їх концентрацій у повітрі міста повинна відповідати умові

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (1.26)$$

де C_i – концентрація i -тої шкідливої речовини, мг/м³;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація i -тої шкідливої речовини, мг/м³;

n – кількість шкідливих речовин, що знаходяться у повітрі у будь-якій точці міста.

При розрахунках забруднення атмосфери слід враховувати перспективні прогнози розвитку промислового виробництва, міста в цілому, його інфраструктури. В останні роки широко використовуються уніфіковані програми розрахунку забруднення атмосфери, які дозволяють враховувати внесок в забруднення практично необмеженої кількості джерел забруднення [12]. Результати розрахунку забруднення атмосфери представляють собою ізолінії рівних концентрацій окремих речовин чи їх груп. Після графічного суміщення таких схем складається підсумкова карта районування міської території за забрудненням повітряного басейну (рис. 1.28). Ця карта є основою для розроблення заходів по недопущенню забруднення атмосфери міста вище встановлених норм¹⁴.

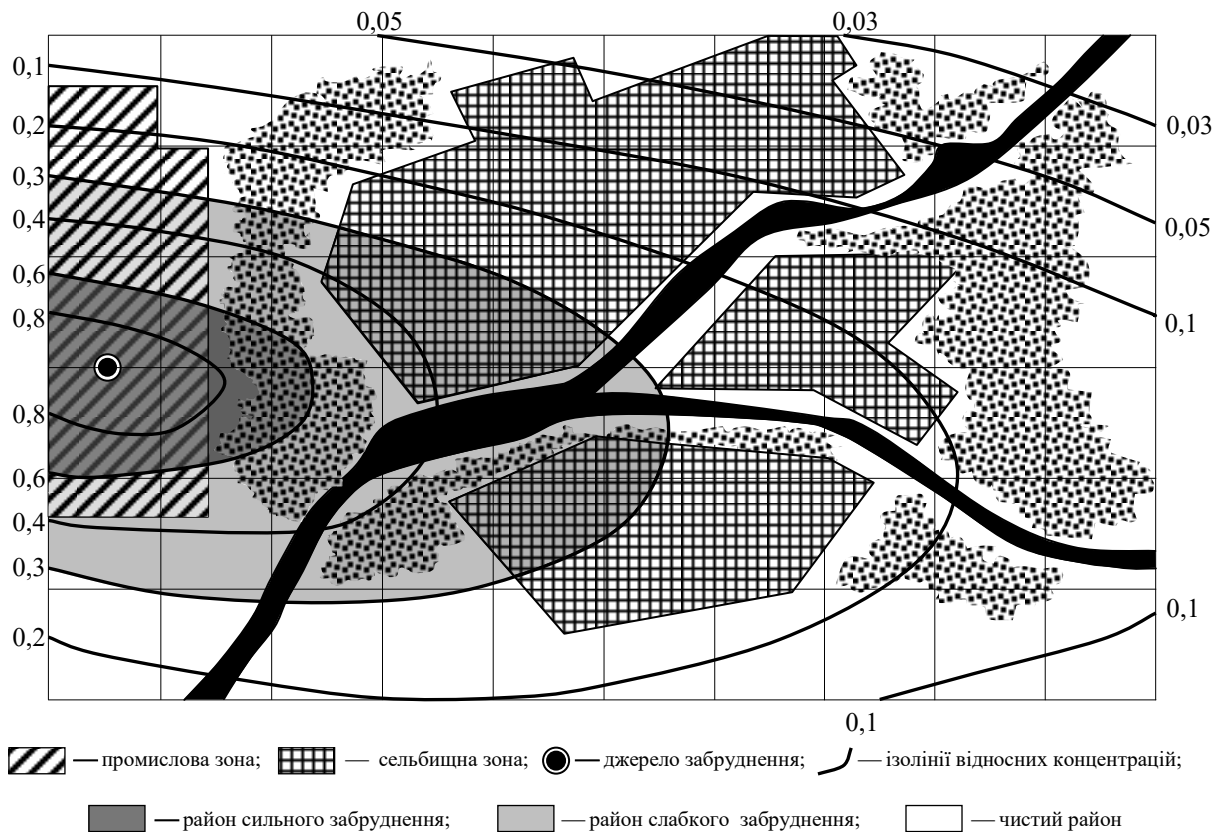


Рис. 1.28 – Прогноз забруднення повітряного басейну міста (за [12])

¹⁴ Нажаль, в світі є дуже багато міст, де забруднення атмосфери перевищує норми в декілька разів. В Україні на перших місцях знаходяться міста Кривий Ріг, Маріуполь, Запоріжжя. Середньорічні концентрації шкідливих речовин в цілому по Україні перевищують стандартні норми: бенз-а-пірен – в 5 разів, формальдегід – в 4 рази, фенол і аміак – в 2 рази, діоксид азоту – в 1,5 разів [68].

2 КЛІМАТ І ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ

2.1 Вплив кліматичних факторів на конструкції будинків та мікроклімат приміщень

Задача, що ставиться перед проєктувальниками будь-якого будинку – це створення на розрахунковий період експлуатації будинку оптимального штучного середовища для процесів, що повинні тривати у ньому згідно призначенню. При цьому будинок повинен бути красивим та економічним.

Оптимальність внутрішнього штучного середовища визначається перш за все *мікрокліматом приміщень*. Параметрами мікроклімату є: температура повітря t_{int} , °C, його відносна вологість f_{int} , %, та швидкість руху v_{int} , м/с, а також інсоляційний, світловий та шумовий режими приміщень. Необхідні значення цих параметрів, що повинні бути забезпечені у приміщеннях будинку, встановлюються відповідними нормативними документами, наприклад, [69]. У табл. 2.1 наведено орієнтовні значення нормативних параметрів мікроклімату житлових приміщень на території України.

Таблиця 2.1 – Орієнтовні нормативні значення параметрів мікроклімату житлових приміщень

Призначення приміщення	Температура повітря, t_{int} , °C	Відносна вологість повітря, f_{int} , %	Швидкість руху повітря, v_{int} , м/с	Мінімальна тривалість інсоляції з 22 березня по 22 вересня, год.	Коефіцієнт природної освітленості, e , %	Припустимий рівень шуму $L_{A int}$, дБА
Житлові кімнати	18 ÷ 22	50 ÷ 60	0,1 ÷ 0,15	2,5 ± 0,5	0,5	30

Мікроклімат у приміщенні формується під впливом зовнішнього клімату, технологічних процесів, що тривають у приміщенні, роботи інженерних засобів регулювання мікроклімату, а також кліматоперетворюючих якостей будинку (рис. 2.1). Між приміщенням та зовнішнім середовищем триває безперервний тепло-, повітро- та вологообмін.

Огороджувальні конструкції будинків є буфером між кліматом місцевості, де знаходиться будинок та мікрокліматом приміщень. Тому вони повинні захищати приміщення від несприятливих умов клімату та бути прозорими для сприятливих умов. Конструювання та розрахунки огорож від кліматичних впливів – це задачі архітектурно-будівельної фізики. Серед важливіших питань, що вирішує архітектурно-будівельна фізика відмітимо наступні:

- *теплотехнічні розрахунки* (опір теплопередачі, опір паропроникності, опір повітропроникності, теплостійкість конструкцій, теплосвоєння підлоги);
- *інсоляційні розрахунки* (тривалість інсоляції приміщень, проєктування сонцезахисних пристроїв);
- *світлотехнічні розрахунки* (коефіцієнт природного освітлення приміщень, рівномірність освітлення);
- *акустичні розрахунки* (звукоізоляція огороджувальними конструкціями повітряного шуму).

Крім зазначених задач огороджувальні конструкції повинні забезпечувати надійну гідроізоляцію приміщень від опадів.

Інша група задач, пов'язаних з кліматичними умовами району будівництва, – це врахування додаткового навантаження від кліматичних елементів на конструкції будинків та споруд. Це навантаження від снігу, вітру, ожеледиці, а також температурні кліматичні впливи.

Першим етапом *кліматичного проектування будинків* є вибір раціонального об'ємно-планувального та конструктивного рішення будинку чи комплексу будинків з урахуванням степені відкритості приміщень, їх орієнтації по відношенню до Сонця, вітру, джерел шуму; аналіз можливості зм'якшення клімату прибудинкової території архітектурно-планувальними засобами та її благоустроєм.

На другому етапі розробляються конструктивні заходи регулювання мікроклімату – робляться необхідні тепло-, світлотехнічні, інсоляційні та акустичні розрахунки огорожувальних конструкцій та їх проектування. Визначаються кліматичні навантаження на конструкції, які враховуються при розрахунках на міцність, стійкість, витривалість, деформативність тощо.

Останній етап – розрахунок та проектування необхідного інженерно-технічного устаткування будинку: його систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Основою для визначення комплексу заходів необхідних для регулювання мікроклімату у будинках різного призначення можуть бути прийняті типологічні вимоги, що пред'являються до них у тому чи іншому будівельно-кліматичному районі. Районування визначає території, в межах яких до *житлових* будинків нормами визначається певна сукупність архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних вимог, яка характерна для цієї території і лише для неї. У табл. 2.2 наведені основні типологічні вимоги до житлових будинків у різних будівельно-кліматичних підрайонах колишнього СРСР.

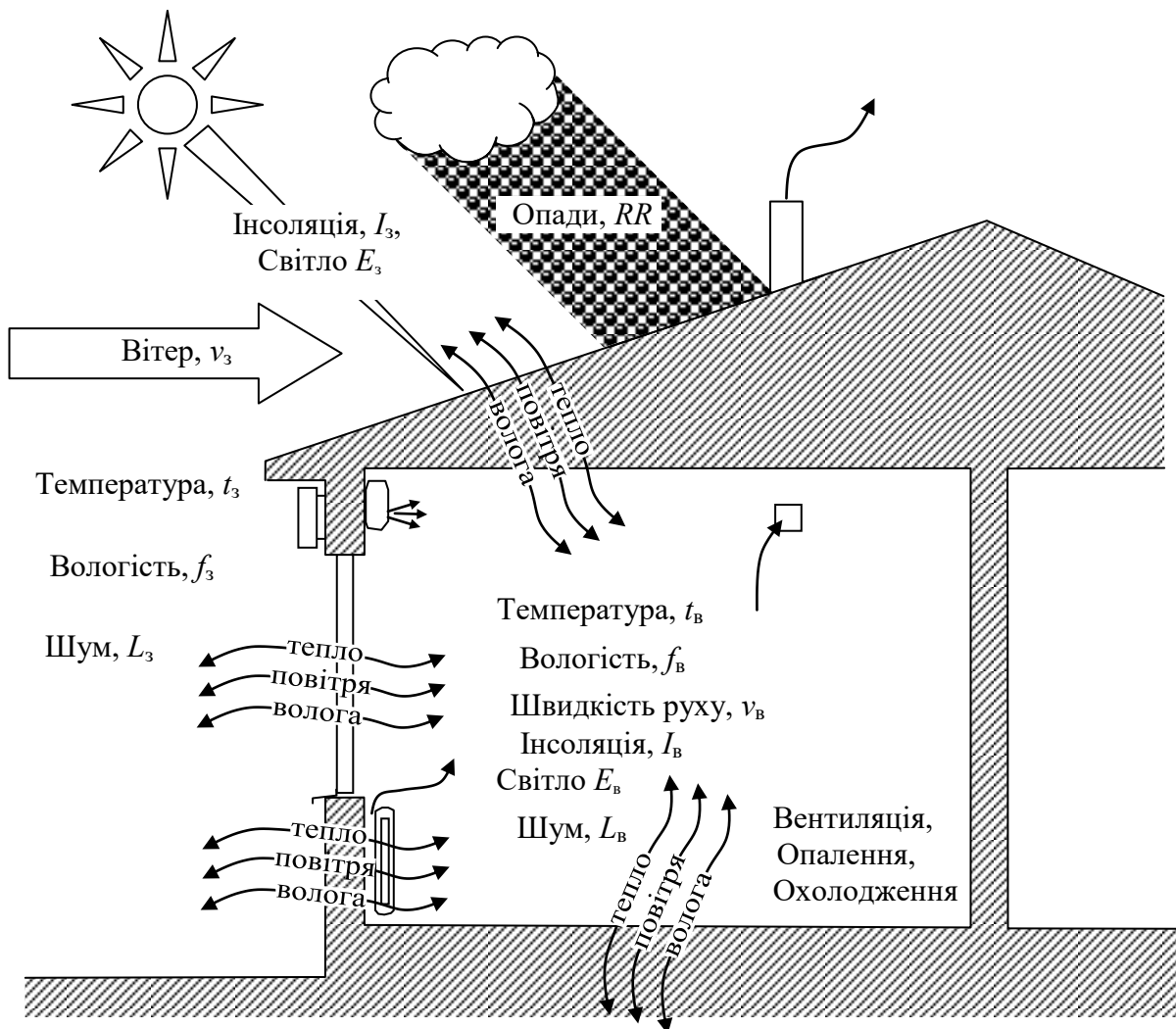


Рис. 2.1 – Схема взаємодії клімату та мікроклімату приміщення

Таблиця 2.2 – Типологічні вимоги до житлових будинків у різних будівельно-кліматичних районах колишнього СРСР (за [5,82])

Вимоги	Номер кліматичного підрайону															
	IA	ID	IB	IG	IIA	IIIG	IIB	IIIB	IIIV	IIIB	IIIA	IIVA	IIVB	IIVB	IIVG	
Мінімальна висота поверху, м	3,0				2,8						3,0					
Мінімальна площа квартир	Норма + 10%				Норма											
Провітрювання квартир:	Не обов'язкове						Наскрізне, кутове, чи через сходи			Наскрізне чи кутове						
Відношення площі відкритих приміщень до площі квартири	< 10%						< 15%			< 20%						
Відношення площі вікон до площі полу приміщення	1:6,5				1:5,5						1:6,5	1:5,5				
Сонцезахисні пристрої	Не обов'язкові						Обов'язкові на вікнах			Обов'язкові на вікнах та лоджіях						
Припливна примусова вентиляція, обігрів полу першого поверху	Бажані			За бажанням замовника												
Кондиціонування повітря	Не потрібне				Можливе			Бажане			Вкрай бажане					
Сушильні шафи	Обов'язкові				Не потрібні											
Вбудовані шафи та комори	Норма + 50%				Норма											
Холодна шафа у кухні	Обов'язкові						Не обов'язкові									
Сміттєзбірники (обов'язкові з відмітки, м)	8,4				11,2						8,4	11,2				
Ліфти (обов'язкові з відмітки, м)	12				14						12	14				
Сходи основні	Закриті, опалювальні, можливі без природного освітлення			Закриті, опалювальні, обов'язкове природне освітлення						Можливі зовнішні						
Тамбури одинарні (потрібні та достатні при поверховості будинку, поверхів)	Не достатні				1÷3			12÷15	1÷3	12÷15						
Тамбури подвійні (обов'язкові при поверховості будинку, поверхів)	≥1				≥ 4			≥16	≥4	≥16						
Потрібність захисту від вологи	Не має		Є				Не має	Є	Не має		Є	Не має		Є	Не має	

Аналогічні типологічні вимоги сформульовані для шкіл, ясел-садів та інших будинків цивільного призначення [5]. Ці вимоги необхідно враховувати вже на ескізному етапі проектування будинків. Однак при наступних етапах проектування цих вимог часто недостатньо, так як вони досить обмежені і не враховують особливостей мікроклімату району будівництва, тому вони не підказують шляхів для розробки індивідуального архітектурного рішення, яке б найбільш відповідало завданню кліматичного проектування.

Більш детальні рекомендації що до кліматичного проектування будинків дає методика оцінки погодних комплексів, яка оснований на аналізі типів погоди у районі будівництва та їх зміни впродовж року.

Відповідно до цієї методики в залежності від самопочуття людини розрізняють вісім типів погоди: надзвичайно жарка, помірно жарка суха, помірно жарка волога, тепла, комфортна, прохолодна, холодна та сувора (рис. 2.2).

Для кожного типу погоди існують свої закономірності організації архітектурного середовища, які відображаються в *експлуатаційних режимах будинків*. Таких режимів чотири: ізолюваний, закритий, напіввідкритий та відкритий (табл. 2.3). Кожний режим експлуатації характеризує необхідну ступінь захищеності приміщень будинків від зовнішнього повітря. Наприклад, ізолюваний режим експлуатації означає максимальний захист приміщень та людини від несприятливого клімату. Безумовно ізолюваний режим експлуатації будинків при жаркій погоді буде суттєво відрізнятися від ізолюваного режиму експлуатації при суворій погоді, але вони будуть мати і дуже багато спільних рис.

Таблиця 2.3 – Сполучення типів погоди і режимів експлуатації будинків

Погода		Режим експлуатації
номер	найменування	
1	надзвичайно жарка	ізолюваний
2	помірно жара суха	закритий
3	помірно жарка волога	відкритий
4	тепла	напіввідкритий
5	комфортна	відкритий
6	прохолодна	напіввідкритий
7	холодна	закритий
8	сувора	ізолюваний

У табл. 2.4 наведено основні архітектурні, конструктивні та інженерно-технічні засоби, що рекомендується застосовувати для регулювання мікроклімату приміщень.

Більш детально зупинимося на особливостях забезпечення комфортного мікроклімату приміщень в умовах жаркої погоди.

Надзвичайно жарка погода характеризується чи надто високими зовнішніми температурами, чи високими температурами та підвищеною вологістю повітря. При цих умовах лише кондиціонування повітря здатне забезпечити комфорт для людини і тому в цих умовах рекомендується ізолюваний режим експлуатації.

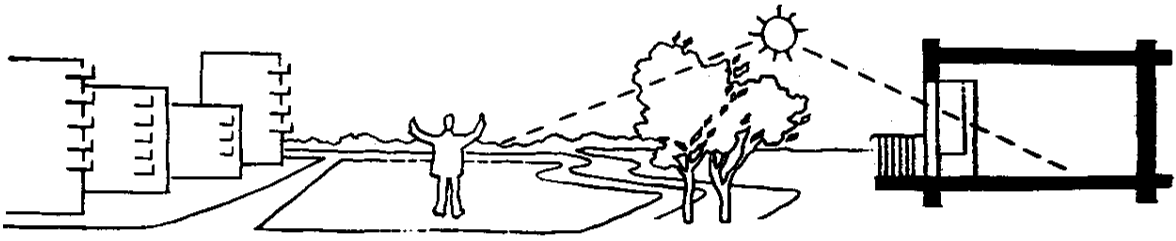
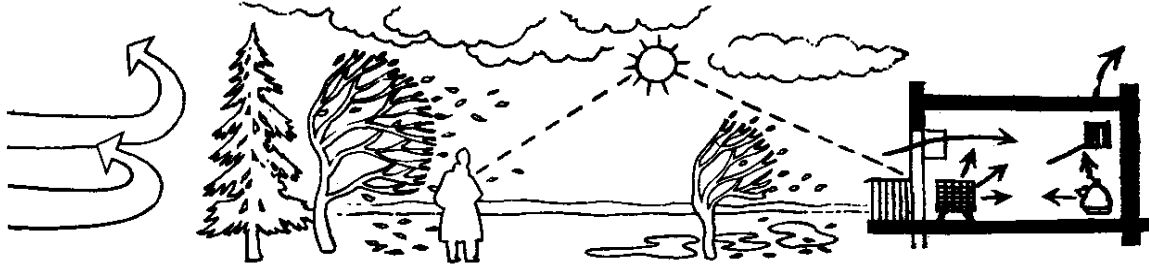
Однак при температурах до 32 °С та підвищеної вологості повітря, якщо кондиціонування повітря приміщень не можливе з економічних міркувань, можна застосовувати, навпаки, відкритий режим експлуатації, з забезпеченням максимального наскрізного провітрювання приміщень, використанням для вечірнього та нічного періоду відкритих приміщень.

При цьому вдається досягти стерпних умов проживання людей. В літературі країни, для яких характерні такі співвідношення температури та відносної вологи повітря, часто називають країнами з *жарким вологим кліматом* [83,84].

Таблиця 2.4 – Основні характеристики режимів експлуатації будинків при різних типах погоди

Засоби покращення мікроклімату прибудинкової території	Засоби регулювання мікроклімату приміщень:		
	архітектурні	конструктивні	інженерно-технічні
 <p>Тип погоди: надзвичайно жарка. Несприятливі фактори погоди: великий перегрів, гіперінсоляція.</p>			
Захист території від спекотних денних вітрів та пилу; максимальна аерація у нічний час заглиблення будинків у землю; затінення відкритих просторів; зелений покрив землі та раціональне насадження дерев; використання світлих кольорів	Режим експлуатації будинків: ізолюваний (при використанні кондиціонування приміщень)		
	Компактні об'ємно-планувальні рішення будинків з використання внутрішніх двориків; орієнтація приміщень на сектори горизонту, що забезпечують мінімальну інсоляцію; мінімальна площа вікон; світлі кольори зовнішніх поверхонь огорожень; використання відкритих приміщень для вечірнього та нічного відпочинку	Огороджувальні конструкції з високими теплозахисними якістьми та мінімальною повітропроникністю; зелені дахи; сонцезахист вікон та протінок; надійна герметизація стиків; вікна з "тепловими дзеркалами"; гідроізоляція від ґрунтової вологи; "холодна" підлога;	Повне кондиціонування повітря зі зниженням вологовмісту; спонукальна витяжна вентиляція
 <p>Тип погоди: помірно жарка, волога. Несприятливі фактори погоди: перегрів, значна інсоляція, духота</p>			
Максимальна аерація території; підйом будинків на опорах без забудови перших поверхів; затінення відкритих просторів; зелений покрив землі та раціональне насадження дерев; використання світлих кольорів	Режим експлуатації будинків: відкритий (у жаркому вологому кліматі при відсутності можливості кондиціонування приміщень)		
	Максимальне розкриття внутрішнього простору у зовнішнє середовище, відкриті галереї, веранди, сходи; наскрізне провітрювання, вузькі корпуси; орієнтація приміщень на сектори горизонту, що забезпечують мінімальну інсоляцію та максимальну аерацію; скатні криши з великим виносом; світлі кольори зовнішніх поверхонь огорожень; використання відкритих приміщень для вечірнього та нічного відпочинку	Каркасна чи з поперечними несучими стінами конструктивна система з зовнішніми стінами, які можуть трансформуватися; "дихаючі" стіни; розсувні та пересувні внутрішні перегородки; протимоскітні сітки; вентиляовані горища; зовнішній сонцезахист вікон; гідроізоляція від ґрунтової вологи; "холодна" підлога	При відсутності наскрізного провітрювання – застосування вентиляційних шахт; механічні вентилятори-фени

Засоби покращення мікроклімату прибудинкової території	Засоби регулювання мікроклімату приміщень:		
	архітектурні	конструктивні	інженерно-технічні
 <p>Тип погоди: помірно жарка, суха. Несприятливі фактори погоди: великий перегрів, гіперінсоляція, пил. Режим експлуатації будинків: закритий.</p>			
Затінення та обводнення території; захист від гарячих пильних вітрів, уловлювання нічних холодних вітрів; замкнуті, напівзамкнуті внутрішні дворики; підвищення вологи повітря застосуванням фонтанів, басейнів, завіс з води; зелений покрив землі та раціональне насадження дерев; використання світлих кольорів	Компактні архітектурно-планувальні рішення; підвищена кубатура приміщень; використання відкритих приміщень для вечірнього та нічного відпочинку; використання підвальних та напівпідвальних приміщень; орієнтація приміщень на сектори горизонту, що забезпечують мінімальну інсоляцію та захист від пильних вітрів; широкі корпуси з приміщеннями, витягнутими поперек корпусу; мінімальна площа вікон; світлі кольори зовнішніх поверхонь огорожень	Масивні огорожувальні конструкції з високими теплозахисними якостями та мінімальною повітропроникністю у приміщеннях денного перебування людей; легкі, безінерційні огорожувальні конструкції у приміщеннях нічного перебування людей; можливість викривання вікон у нічний час; сонцезахист вікон та простіноків, використання сонцезахисного скла; плоскі дахи, що експлуатується, можливі дахи з ґрунту та дахиванни, ефективні вентилявані подвійні дахи; зовнішні стіни з вентиляваним прошарком; "холодна" підлога, стіни та стелі	Штучне охолодження повітря без зниження його вологовмісту – випарні кондиціонери та радіаційне охолодження; Вентиляція кухонь та санвузлів ща допомогою шахт; механічні вентилятори-фени
 <p>Тип погоди: тепла. Несприятливі фактори погоди: незначний перегрів. Режим експлуатації будинків: напіввідкритий.</p>			
Затінення та аерація території; зелений покрив землі та раціональне насадження дерев; плескальні басейні та фонтани; використання світлих кольорів	Наскрізне, кутове чи вертикальне провітрювання приміщень та квартир; значне взаємопроникнення зовнішнього та внутрішнього середовища - відкриті приміщення: лоджії, веранди, тераси, приквартирні дворики; орієнтація приміщень на сектори горизонту, що забезпечують інсоляцію в утрени та вечірні часи; світлі кольори зовнішніх поверхонь огорожень	Трансформація огорожень на протязі доби; одинарні чи подвійні вікна; зовнішній чи міжвіконний сонцезахист світлопрорезів, можливість їх відкривання; помірна теплостійкість зовнішніх огорожень	Механічні вентилятори-фени; вентиляція приміщень через шахти; при інсоляції приміщень необхідне штучне охолодження повітря

Засоби покращення мікроклімату прибудинкової території	Засоби регулювання мікроклімату приміщень:		
	архітектурні	конструктивні	інженерно-технічні
 <p>Тип погоди: комфортна . Неприятливі фактори погоди: відсутні . Режим експлуатації будинків: відкритий.</p>			
Звичайні засоби благоустрою	Максимальне застосування відкритих приміщень; орієнтація приміщень, що забезпечує нормовану тривалість інсоляції; забезпечення санітарної норми площі та об'єму приміщень, їх природної освітленості та вентиляції	Трансформація огорожень; вікна з одинарним закленням; можливість відкривання вікон; регульовані внутрішні сонцезахисні пристрої	Не застосовуються
 <p>Тип погоди: прохолодна . Неприятливі фактори погоди: незначне охолодження . Режим експлуатації будинків: напіввідкритий</p>			
Захист від вітру за допомогою насадження дерев; забезпечення максимальної інсоляції	Помірно-компактні об'ємно-планувальні рішення будинків; орієнтація приміщень на сонячні боки горизонту; проектування відкритих приміщень (балконів, лоджій) переважно на сонячних боках будинку; передбачення у передпокою місця для зберігання верхнього одягу	Зовнішні огороження необхідних теплозахисних якостей; Бажана можливість трансформації огорожень, орієнтованих на сонячні боки горизонту; Одинарні чи подвійні вікна з влаштуванням кватирок, фрамуг, що відкриваються, тощо	Опалювання малої потужності, не регулярне; Вентиляція природна витяжна з припливом через кватирки, клапани, тощо

Засоби покращення мікроклімату прибудинкової території	Засоби регулювання мікроклімату приміщень:		
	архітектурні	конструктивні	інженерно-технічні
 <p>Тип погоди: холодна . Несприятливі фактори погоди: сильне охолодження. Режим експлуатації будинків: закритий.</p>			
Захист від вітру за допомогою зелених насаджень та вітрозахисних будинків; забезпечення максимальної інсоляції	Компактні об'ємно-планувальні рішення будинків; закриті опалювальні сходи; тамбури при входах; шафи для верхнього одягу; орієнтація приміщень на сонячні боки горизонту; широкі корпуси з приміщеннями, витягнутими поперек корпусу; відсутність чи різке обмеження відкритих приміщень; мінімальна площа вікон, освітлення допоміжних приміщень штучним чи "другим" світлом	Необхідна повітронепроникність та високі теплозахисні якості огорожень; подвійні чи потрійні вікна, застосування вікон з "тепловими дзеркалами"; надійна герметизація притворів у вікнах з забезпеченням при необхідності щільного відкривання фрамуг для притоку повітря; застосування у будинках з витяжною вентиляцією вікон зі спеціальними вентиляційними каналами;	Центральне опалення середньої потужності; вентиляція витяжна з припливом повітря через спеціальні вентиляційні канали у вікнах чи припливно-витяжна з підгрівом повітря у теплообмінниках
 <p>Тип погоди: сувора . Несприятливі фактори погоди: дуже сильне охолодження. Режим експлуатації будинків: ізольований.</p>			
Захист від вітру за допомогою вітрозахисних будинків;	Максимально компактні об'ємно-планувальні рішення будинків; теплі переходи між будинками; зимові сади та рекреації; закриті опалювальні сходи; подвійні тамбури при входах; вентилязовані шафи для верхнього одягу; широкі корпуси з приміщеннями, витягнутими поперек корпусу; відсутність відкритих приміщень; мінімальна площа вікон, освітлення допоміжних приміщень штучним чи "другим" світлом	Дуже високі повітронепроникність та теплозахисні якості огорожень; потрійні вікна, застосування вікон з "тепловими дзеркалами"; надійна герметизація притворів у вікнах чи глухі вікна; проектування фундаментів з урахуванням вічної мерзлоти	Центральне опалення високої потужності; примусова припливно-витяжна вентиляція з підгрівом повітря у теплообмінниках та його зволоженням

Дані, наведені у табл. 2.4, показують особливості проектування будинків при різних типах погоди. Безумовно, погода змінюється впродовж року від місяця до місяця, а з ними змінюються і вимоги до будинків. Нажаль, зараз ще неможливо побудувати такий будинок, який би міг змінювати свої кліматоперетворюючі властивості разом зі зміною погоди. Засоби, які застосовуються у кліматичному проектуванні будинків у значній мірі будуть залежить від того, який тип погоди *переважає* у районні будівництва, однак необхідно максимально використовувати можливість врахування і інших типів погоди, що мають місце у річному ході кліматичних величин. Якщо у місті холодна погода триває 6 – 7 місяців на рік, то будинки повинні мати огороження з високими теплозахисними якістьми та потужні опалювальні системи. Якщо у цьому місті тепле літо, нехай навіть воно триває всього 2 – 3 місяця, вікна повинні відкриватися, а у кожній квартирі необхідно запроектувати лоджію чи балкон.

На Землі є міста, де комфортна погода утримується впродовж всього року, є міста, є лише теплою та жаркою погодою, чи, навпаки, тільки з прохолодною та холодною погодою, а є міста, де за рік змінюються п'ять типів погоди. Люди живуть практично у будь-якому, інколи дуже несприятливому кліматичному оточенні. Тому задача проектувальників архітектурного середовища дуже складна, але важлива і благородна.

2.2 Архітектурні заходи регулювання мікроклімату приміщень та територій навколо будинків

До архітектурних заходів регулювання мікроклімату приміщень та прибудинкових територій можна віднести наступні заходи:

- вибір ступені замкненості чи відкритості архітектурно-планувального вирішення прибудинкової території;
- вибір ступені компактності об'ємно-планувального вирішення будинку, його замкненості чи відкритості та пов'язаної з цим конструктивної системи будинку ;
- орієнтація приміщень та територій на сонце, чи від нього;
- орієнтація приміщень та територій на вітер, чи від нього;
- благоустрій та озеленення територій;
- колористичне вирішення екстер'єру та інтер'єру будинків.

У *жаркому вологому кліматі*, де переважає жаркий тип погоди необхідно домагатися максимальної відкритості території забудови. При плануванні житлових груп застосовується лінійна забудова, що забезпечує максимальну аерацію території (рис. 2.3, *а-б*). З цією ж ціллю використовується шахове розташування будинків та їх різна поверховість (рис. 2.3, *в-г*). Будинки підводяться на стовпчастих опорах над поверхнею землі (рис. 2.3, *д*), а під будинками проектуються сухі прохолодні простори з озеленими площадками для відпочинку дорослих та ігор дітей. Зовнішні поверхні огорожень повинні мати світлий колір облицювання.

Покриття у жаркому кліматі підвергаються дуже сильному тепловому впливу від сонячної радіації. У жаркому вологому кліматі вони повинні крім захисту приміщень верхнього поверху від сонячних променів забезпечувати водовідведення при зливах високої інтенсивності. Для цих умов характерні вентилявані скатні з далеко виступаючими звисами дахи (рис. 2.4).

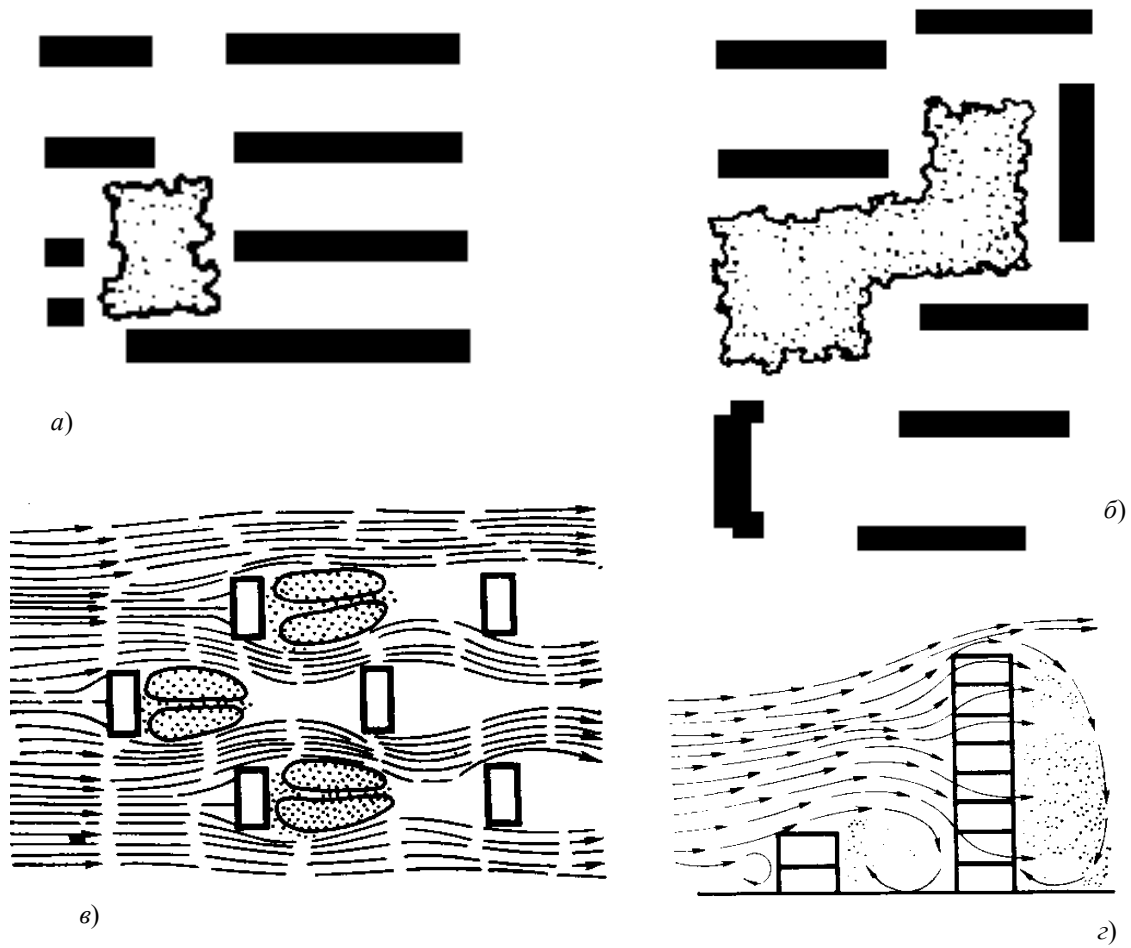


Рис. 2.3 – Забезпечення аерації прибудинкової території у жаркому вологому кліматі

a, б – приклади стрічкової забудови житлових груп; *в* – розміщення будинків у шаховому порядку; *г* – використання різноповерхових будинків; *д* – підйом будинків над

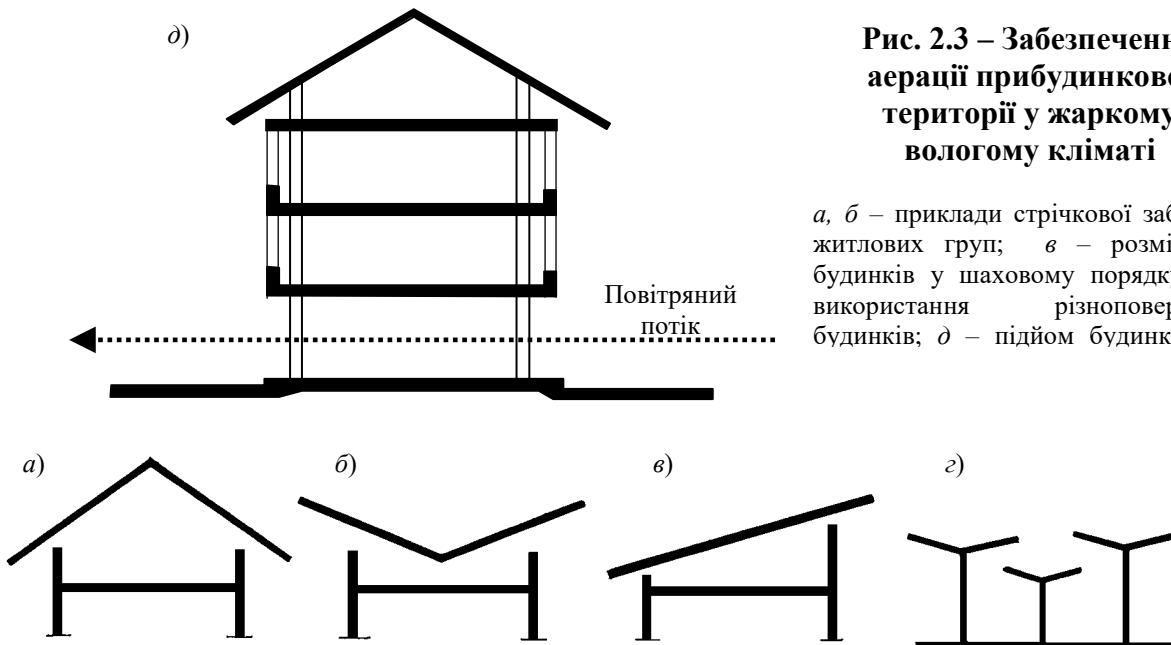


Рис. 2.4 – Типи покриттів будинків у жаркому вологому кліматі

a – двосхилий дах з зовнішнім водовідведенням; *б* – двосхилий дах з внутрішнім водовідведенням; *в* – односхилий дах; *г* – зонтичний дах

Найкраще конструктивне вирішення таких будинків – каркасний чи з поперечними несучими стінами остов, де зовнішні стіни виконують лише огорожувальні функції від сонячних променів, дощу та москітів, не заважаючи вільному руху повітря у приміщеннях (див. рис. 2.5). При таких конструктивних схемах стає можливим робити зовнішні стіни такими, що трансформуються. Розсувні стіни можуть складати біля 50% площі усіх зовнішніх стін. Достоїнством розсувних стін є те, що дві стіни можна накатувати при відкриванні на один простінок, при умові, що стіни рухаються у різних площинах по направляючим (рис. 2.5, а). При цьому можливо розкривати всі стіни одночасно чи частково в залежності від положення сонця, напрямку вітру та впливу інших факторів. В цих умовах можливі також і інші види трансформування, наприклад, трансформування стін поворотом панелей навколо вертикальної (рис. 2.5, б) чи горизонтальної (рис. 2.5, в) вісі.

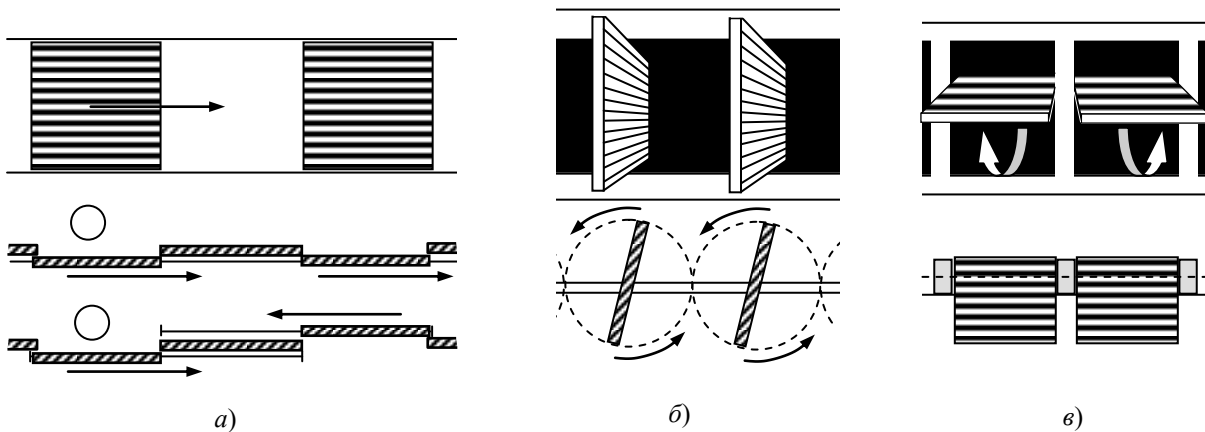


Рис. 2.5 – Види трансформування стін в умовах жаркого вологого клімату

а – розсувні стіни (1 - з накатом при відкриванні на різні простінки; 2- з накатом при відкриванні на один простінок); б – поворот стінових панелей навколо вертикальної вісі; в – поворот стінових панелей навколо горизонтальної вісі

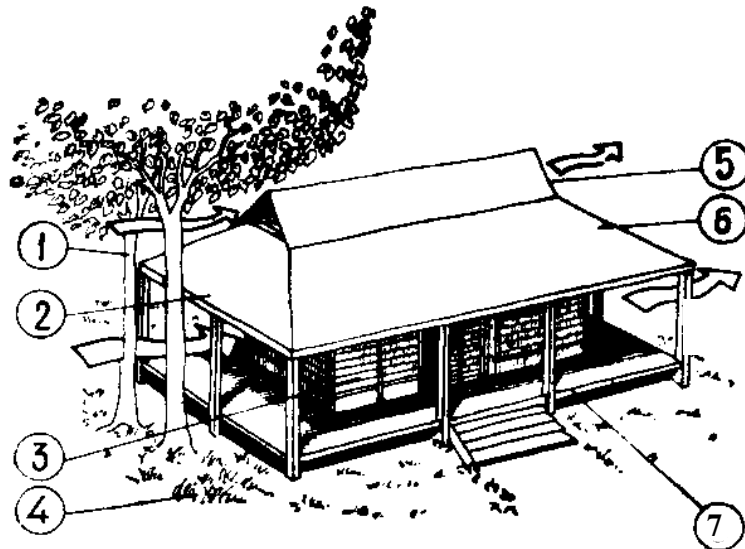


Рис. 2.6. Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів жаркого вологого клімату (за [1])

1 – дерева з високою короною, що сприяють утворенню тіні та вільному проникненню прохолодного повітря; 2 – широкий навіс по периметру будинку, що захищає стіни від дощу та сонця; 3 – легкі стіни та жалюзі, що захищають від низьких променів сонця, косої дощу та москітів та не перешкоджають проникненню вітру; 4 – газон, що знижує відбиту радіацію; 5 – вентиляований дах, що знижує перегрів верхнього перекриття будинку; 6 – дах, що має достатній для відведення дощової води нахил, який має світлого кольору покриття, що сприяє зниженню надходжень сонячної радіації; 7 – піднесена над поверхнею землі підлога, що забезпечує циркуляцію повітря під будинком

При використанні для регулювання мікроклімату приміщень кондиціонерів архітектурно-планувальне рішення будинку повинно бути максимально компактним зі стінами необхідної товщини та масивності, при цьому слід передбачати відкриті приміщення для вечірнього та нічного відпочинку.

Для забезпечення природного освітлення приміщень бажано використовувати мінімально необхідні площі світлопрорізів у зовнішніх стінах, щоб максимально знизити теплонадходження із зовні. Цієї ж вимозі треба підчиняти орієнтацію будинків.

При відсутності кондиціонування доцільні будинки з максимальним розкриттям внутрішнього простору у зовнішнє середовище, що досягається використанням великих віконних прорізів, огорожувальних конструкцій, що трансформуються, та відкритих допоміжних приміщень.

У малоповерховому будівництві найбільш поширені відокремлені домівки (рис. 2.6) чи блоковані у довгі вузькі паралелепіпеди багатоквартирні будинки з розміщенням по ширині будинку лише однієї кімнати (рис. 2.7) - так зване однорядне планування. Використання однорядного планування з розташуванням приміщень широким боком вздовж фасаду обумовлене необхідністю досягнення ефективного наскрізного провітрювання приміщень. У блокованих будинках широтної орієнтації, у порівнянні з відокремленими, вдається суттєво знизити відносну площу західних та східних стін, які сприймають значне сонячне опромінення.

Влаштування відкритих веранд з усіх боків будинку, чи з двох його протяжних боків, захищає стіни будинку від сонця та дощу.

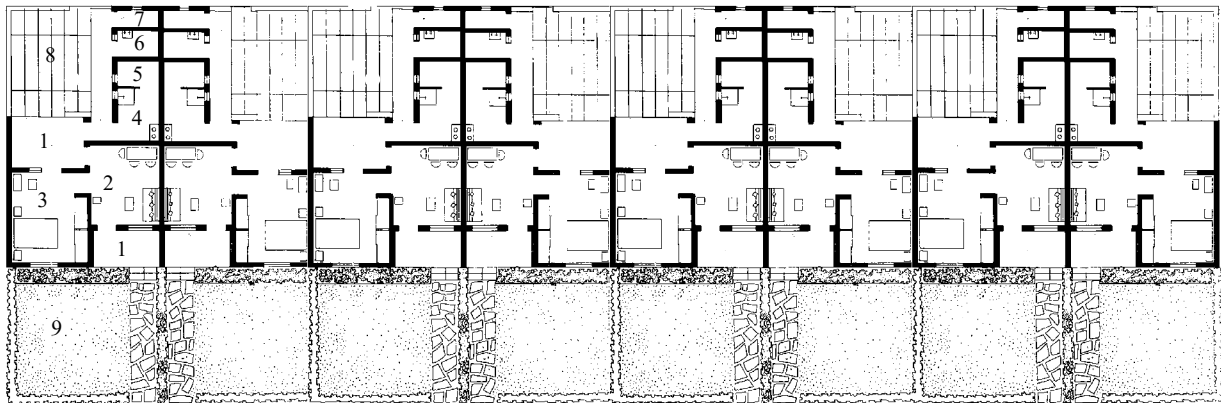


Рис. 2.7 – План блокованого житлового будинку у Індії (за [83])

1 – веранда; 2 – загальна кімната; 3 – спальня; 4 – кухня; 5 – комора; 6 – душова; 7 – туалет; 8 – дворик; 9 - газон

У багатоповерховому будівництві найбільш відповідають умовам жарко-вологого клімату будинки галерейного типу з невеликою шириною корпусу та приміщеннями, що займають усю його ширину. Влаштування галереї з одного боку та лоджій з другого захищають приміщення від надмірної інсоляції та дощу і створюють сприятливий мікроклімат [84]. У торцях будинку знаходяться відкриті сходи.

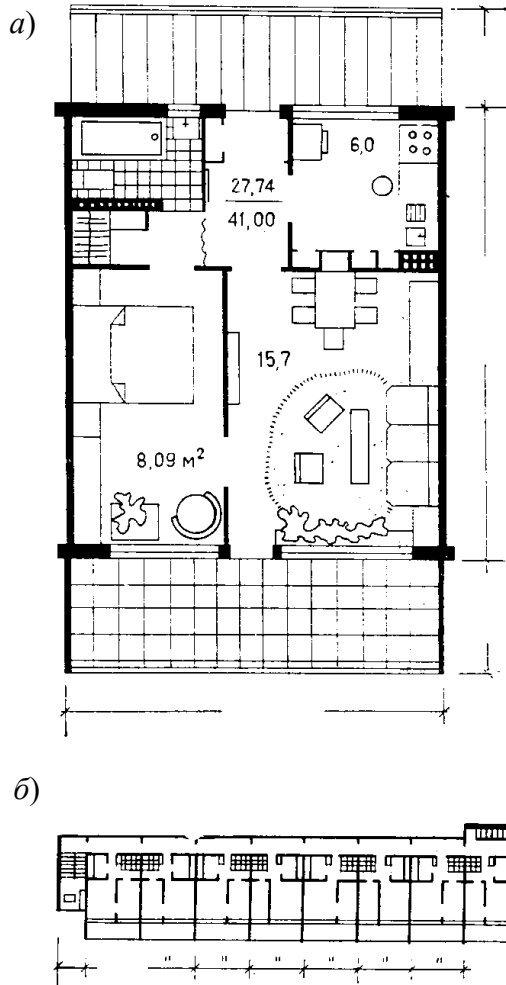


Рис. 2.8 – Галерейний житловий будинок (за [83])

a – план двокімнатної квартири; *б* – план типового поверху

На галерею виходять, як правило, кухня, санвузол та передня (рис. 2.8). При квартирах з 3-4 кімнатами часто влаштовують одну галерею на 2-3 поверхи. При цьому квартири розташовують як у двох рівнях, так і в одному.

Секційні будинки доцільні тільки з двома квартирами на одні сходи, з поперечними несучими стінами та при середній та підвищеній поверховості (рис. 2.9).

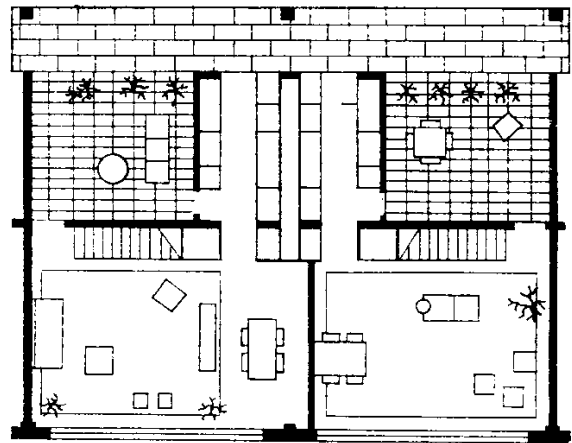


Рис. 2.9 – Односекційний житловий будинок для жаркого волого клімату з квартирами у двох рівнях, з двосвітними двориками-садами (за [84])

У будинках коридорного типу для забезпечення наскрізного провітрювання приміщень, розташованих з обох боків від коридору, над внутрішніми дверима, що виходять в нього, влаштовують жалюзійні решітки. У таких будинках часто проектують коридори через поверх з квартирами у двох рівнях (рис. 2.10).

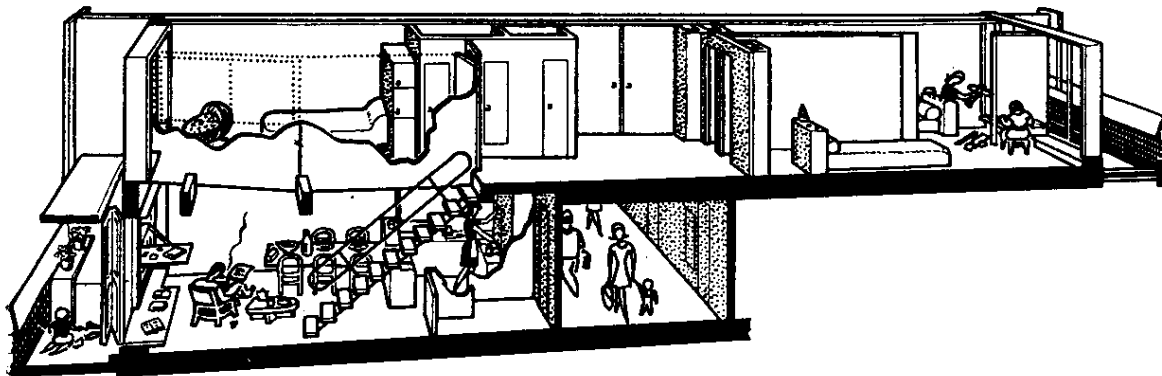


Рис. 2.10 – Квартира у двох рівнях у багатоповерховому житловому будинку коридорного типу (архітектор Ле Корбюзьє)

Багатоповерхові будинки в порівнянні до малоповерхових мають деякі переваги. У них зведена до мінімуму площа даху, що найбільш уразлива для прямої сонячної радіації. Крім того, високі багатоповерхові будинки доцільні і з точки зору забезпечення природної вентиляції приміщень, що обумовлено сумісною дією вітрового та теплового напорів.

Для зменшення вітрової тіні від багатоповерхових будинків та забезпечення більш ефективного провітрювання квартир у самому будинку рекомендується влаштовувати повітряні канали по їх висоті. Для цього треба залишати незабудованими деякі поверхи чи передбачати окремі наскрізні простори на різних поверхах (рис. 2.11).

У будинках внутрішні перегородки розташовують у напрямку, паралельному руху повітряних потоків. Якщо необхідно встановити внутрішні перегородки перпендикулярно напрямку руху повітря, то їх слід робити висотою до рівня верху дверей чи передбачати у них прорізи з жалюзійними решітками.

Найбільш сприятливою орієнтацією будинків з точки зору інсоляції є орієнтація повздовжньої осі будинку із заходу на схід (широтна орієнтація), найменш бажана орієнтація осі будинку з півночі на південь (меридіональна орієнтація), що призводить до перегріву житлових та громадських приміщень. При необхідності використання іншої орієнтації вісі будинків, що може бути пов'язано з бажанням уловлювання сприятливого вітру, рекомендується вирішувати фасади будинку у вигляді пілкоподібної у плані лінії з розвитою системою лоджій на які виходять вікна приміщень, що орієнтуються на південний чи північний бік горизонту (рис. 2.12).

У жаркому сухому кліматі, де переважає засушливий тип погоди з пиловими бурями застосовується замкнуті та помірно-замкнуті планувальні вирішення території забудови.

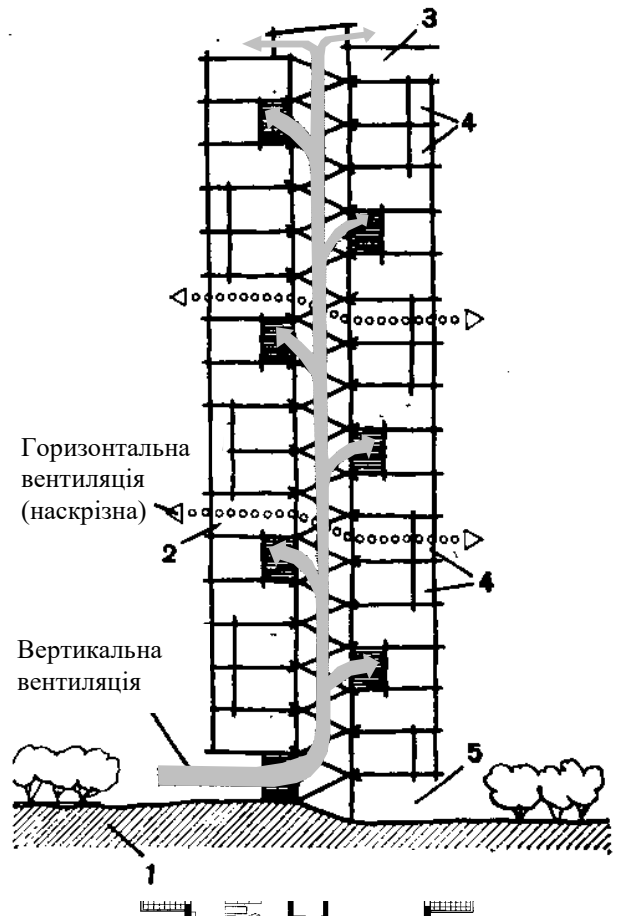


Рис. 2.11 - Розріз багатоповерхового житлового будинку у Каракасі. Венесуела (за [84])

1 – парк; 2 – квартира у двох рівнях; 3 – клуб; 4 – лоджії; 5 – зона обслуговування

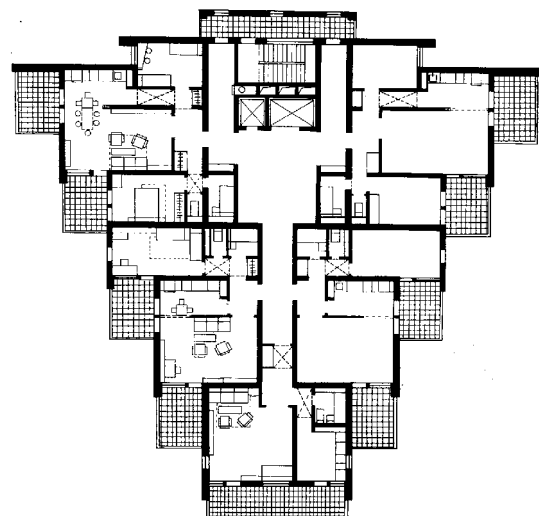
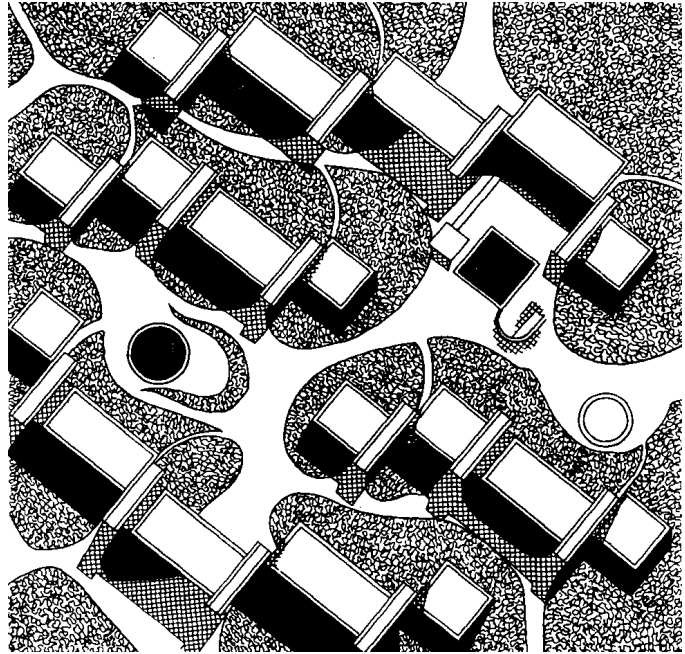
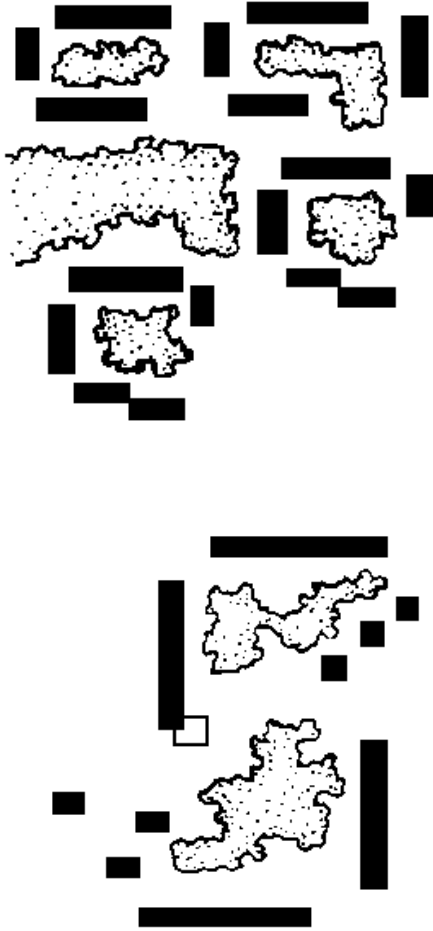


Рис. 2.12 – Шістнадцятиповерховий житловий будинок у Баку

Рис. 2.13 – Планування житлових груп в умовах жаркого сухого клімату

a – замкнені мали житлові групи; *б* – замкненні житлові групи з забудовою висотними точковими будинками; *в, г* – приклад благоустрою житлової групи з середньоповерховою забудовою (план та фрагмент загального виду)



При плануванні житлових груп використовується периметральне розміщення будинків навколо внутрішнього двору з розкриттям його лише в бік нічних прохолодних вітрів (рис. 2.13, *a-b*). Хоча можливості озеленення та обводнення територій вкрай обмежені, благоустрій території забудови повинен включати раціональну посадку зелених насаджень, що можуть існувати в цих умовах, та хоча б мінімальне її обводнення (рис. 2.13, *в-г*).

Для цього клімату характерне активне використання підземного простору під будинками для розміщення приміщень. Цьому сприяє відсутність ґрунтової вологи, а товща землі дає надійний захист від високої температури повітря та пилу.

У жаркому сухому кліматі традиційні плоскі дахи, що використовуються для вечірнього та нічного відпочинку. Улаштовуються також купольні та склеписті покриття, які знижують ефект сонячного опромінення та підвищують тепловіддачу. Часто використовують вентилявані подвійні дахи, інколи масивні дахи з ґрунту, а також дахи-ванни (рис. 2.14).

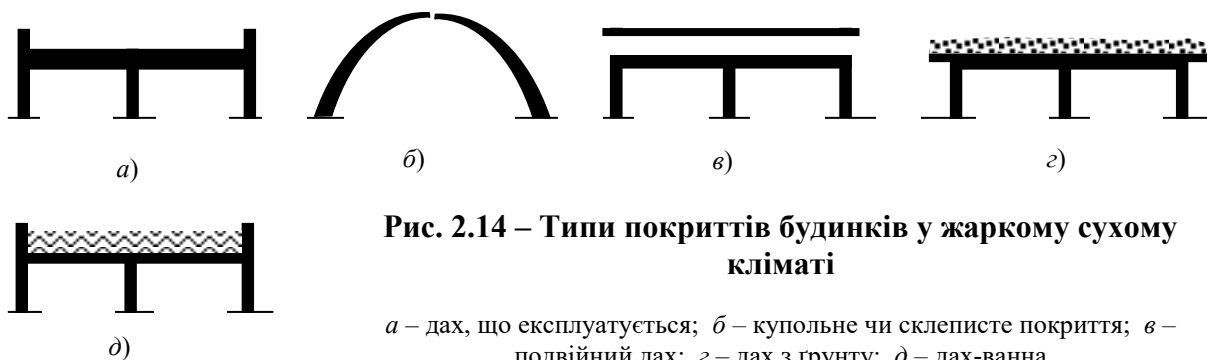


Рис. 2.14 – Типи покриттів будинків у жаркому сухому кліматі

a – дах, що експлуатується; *б* – купольне чи склеписте покриття; *в* – подвійний дах; *г* – дах з ґрунту; *д* – дах-ванна

Для забезпечення природного освітлення приміщень бажано використовувати мінімально необхідні площі світлопрорізів у зовнішніх стінах, щоб максимально знизити теплонаходження із зовні.

Для житлових будинків характерні замкнуті об'ємно-просторові композиції, що передбачають захист від пекучих та курних вітрів, високої температури повітря та надмірної сонячної радіації у день, та максимальне розкриття внутрішнього простору будинків у більш прохолодне зовнішнє середовище ніччю. Часто застосовується зонування приміщень на приміщення денного перебування та приміщення нічного перебування, які мають принципове різне конструктивне теплотехнічне вирішення.

У малоповерховому будівництві поширені житлові будинки з внутрішніми двориками-садами, куди розкриті усі основні приміщення (рис. 2.15). Приміщення, що згруповані навколо двору, забезпечені своєрідним кондиціонованим повітрям зі зм'якшеною температурою, зволуженим та очищеним від пилу.

Ширина вулиць така, що навіть при висоті Сонця 80° фасади мало підвергаються дії прямої сонячної радіації. Стіни та дах масивні, що забезпечує термічне запізнення у часі, необхідне у кліматі з великими добовими коливаннями температури. Тепло, що накопичується внутрішнім двором за день, ніччю уходить у простір завдяки довгохвильовому випромінюванню. Із-за вузьких вулиць, високих внутрішніх дворів та відсутності прорізів у зовнішніх стінах охолоджуюча дія вітру незначна, тому її утворюють іншим способом – влаштуванням спеціального вітрозабірника, завдяки якому вентиляється загальна кімната “сирдаб”, що знаходиться у підвальному поверсі, яка використовується в основному у найбільшу спеку після полудня. Вітрозабірник (7) зображено на рис. 2.15.

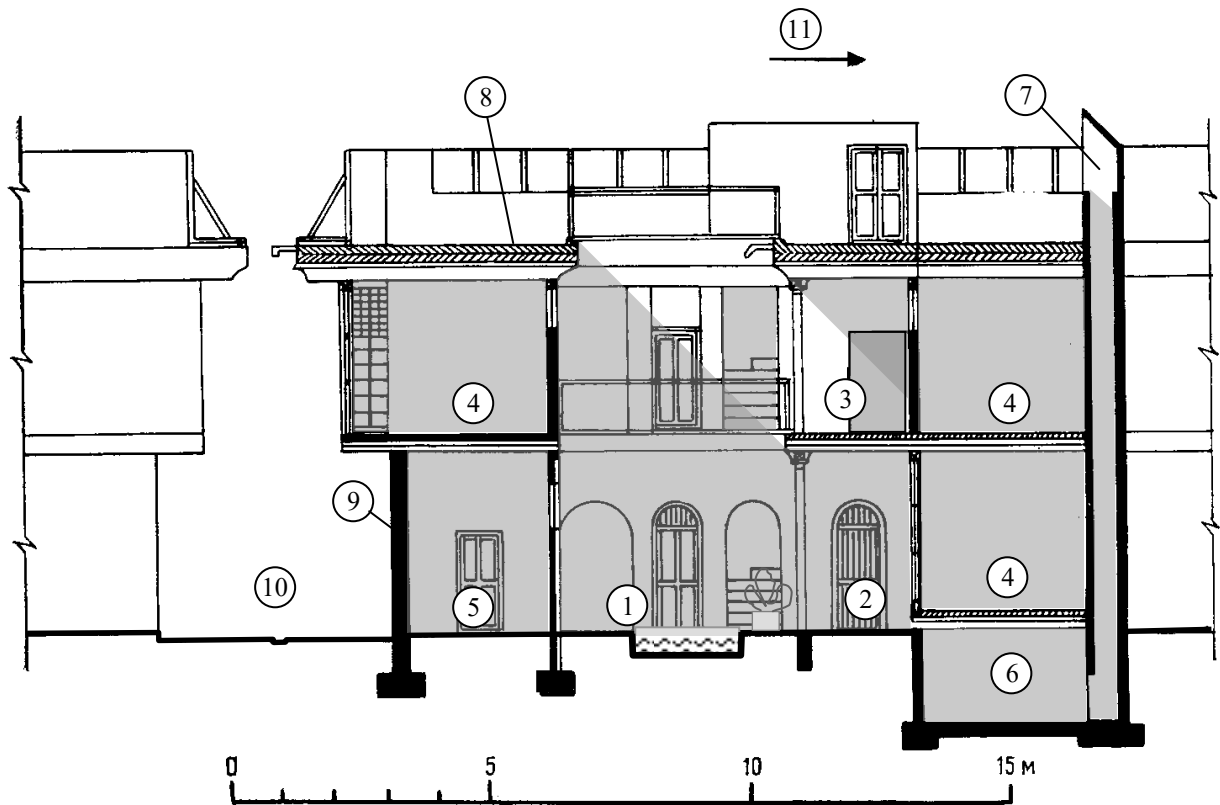


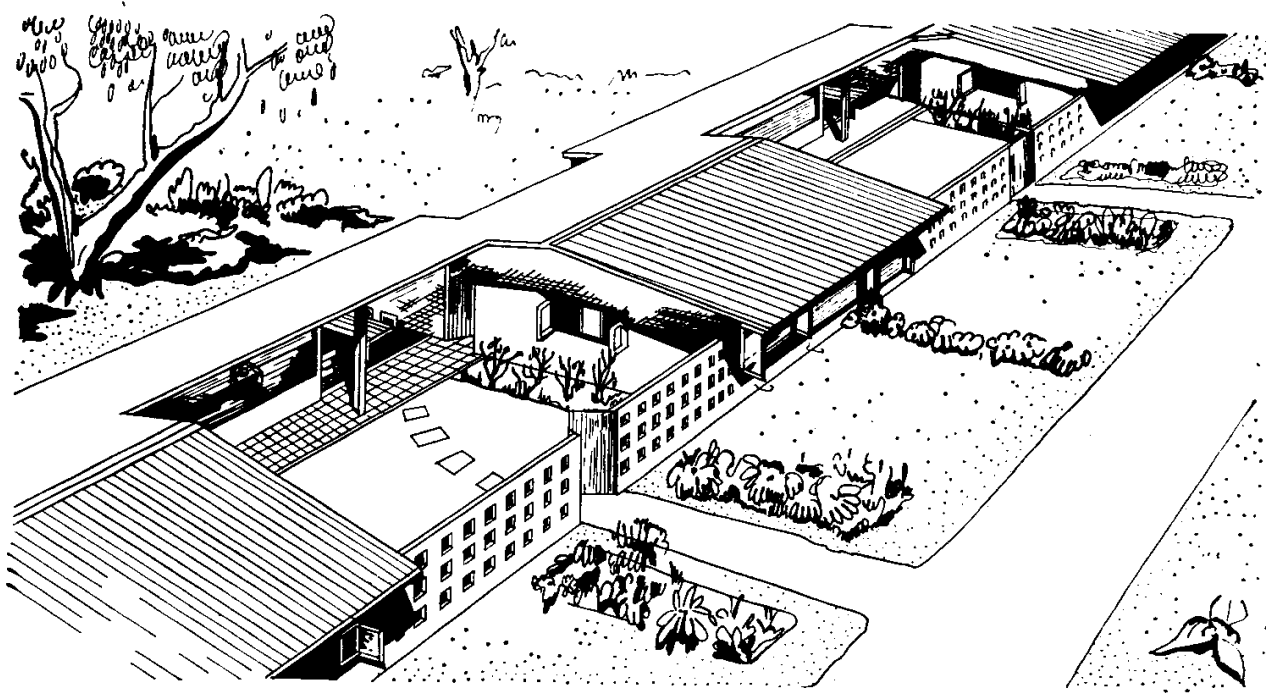
Рис. 2.15 – Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів жаркого сухого клімату

1– внутрішній дворик з водоймищем та озелененням, що сприяє зниженню температури та зволоженню повітря; 2 – тераса, що додатково захищає житлові приміщення першого поверху від сонячних променів; 3 – галерея, що додатково захищає житлові приміщення другого поверху від сонячних променів; 4 – житлові приміщення, що орієнтовані у внутрішній дворик; 5 – вхід та господарські приміщення, що додатково ізолюють внутрішній двір та житлові приміщення від вулиці; 6 – загальна кімната (сирдаб) у підвальному поверсі, що використовується в основному у саму спеку після полудня; 7 – вітрозабірник, з системою охолодження повітря, що вентилює сирдаб; 8 – плоский дах, що використовується для вечірнього та нічного відпочинку, який має значну теплову інерцію, що сприяє термічному запізнюванню нагріву приміщень верхнього поверху; 9 – зовнішні стіни, що мають значну теплову інерцію; 10 – вузькі, вулиці, що затіняють стіни від сонячних променів; 11 – напрямок

Комбінація затінених внутрішніх дворів, відкритих терас та галерей під дахом, прохолодних кімнат та плоских дахів, що охолоджуються завдяки довгохвильовому випромінюванню у безхмарні ночі, забезпечують поступове охолодження зовнішнього повітря, що створює відносно комфортні умови життя навіть без застосування систем кондиціонування повітря [85].

Нажаль, значним недоліком такого типу будинків є велика площа забудови, що не завжди прийнятно у сучасних умовах як з економічних міркувань, так і в зв'язку з перенаселенням великих міст.

Найбільш розповсюдженим типом багатоквартирних будинків в умовах засушливого клімату є блоковані одно- двох- чи навіть трьохповерхові житлові будинки з чотирма, вісьмома та більш квартирами, що розташовані у ряд (рис. 2.16, 2.17). Характерною рисою їх внутрішнього планування є наступне: усі квартири мають двосторонню орієнтацію і у більшості випадків складаються з приміщень на всю ширину корпусу з коротким фронтом вздовж фасаду та оптимальною глибиною. Їм властиво багато позитивних якостей індивідуальних житлових будинків: кожна квартира має ізольований вхід безпосередньо з вулиці чи із двору;



a)

б)

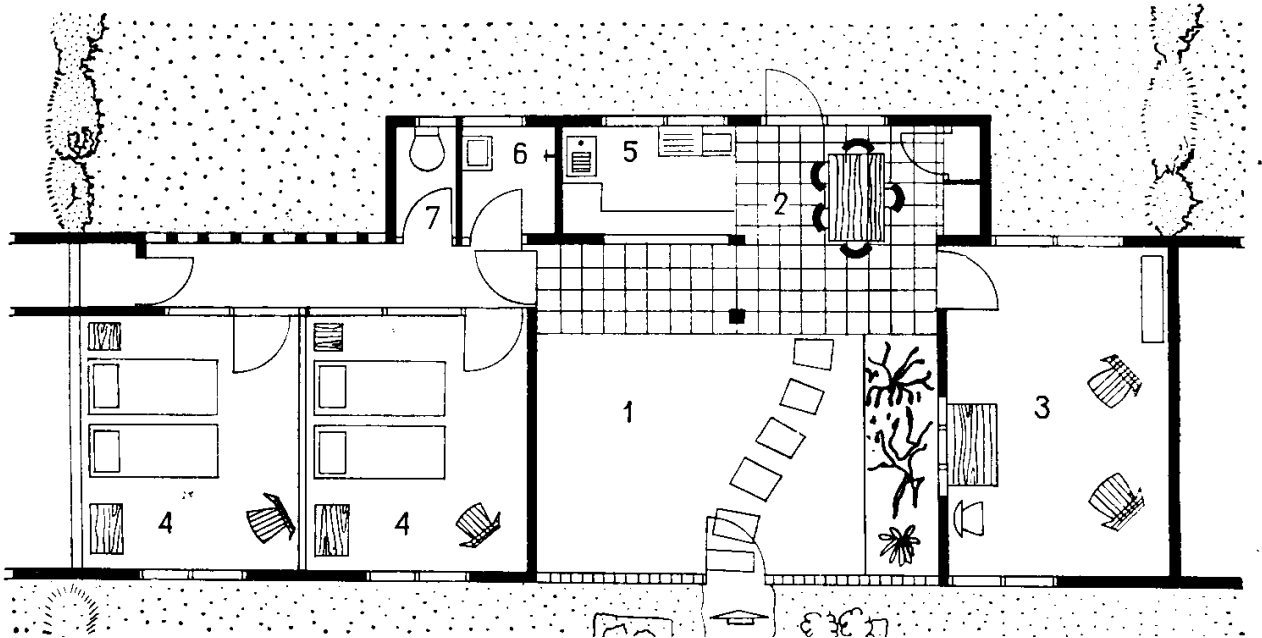
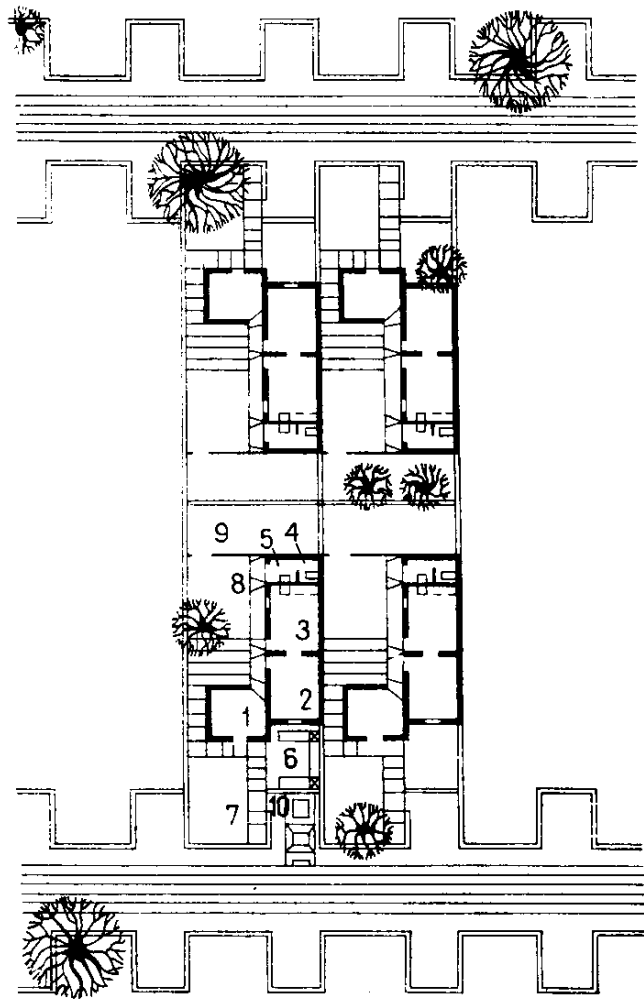


Рис. 2.16 – Блоковані житлові будинки для Західної Африки (за [83])

a – перспектива; *б* – план; 1 – дворик; 2 – відкрите приміщення під навісом; 3 – загальна кімната; 4 – спальня; 5 – кухня; 6 – душова; 7 – туалет

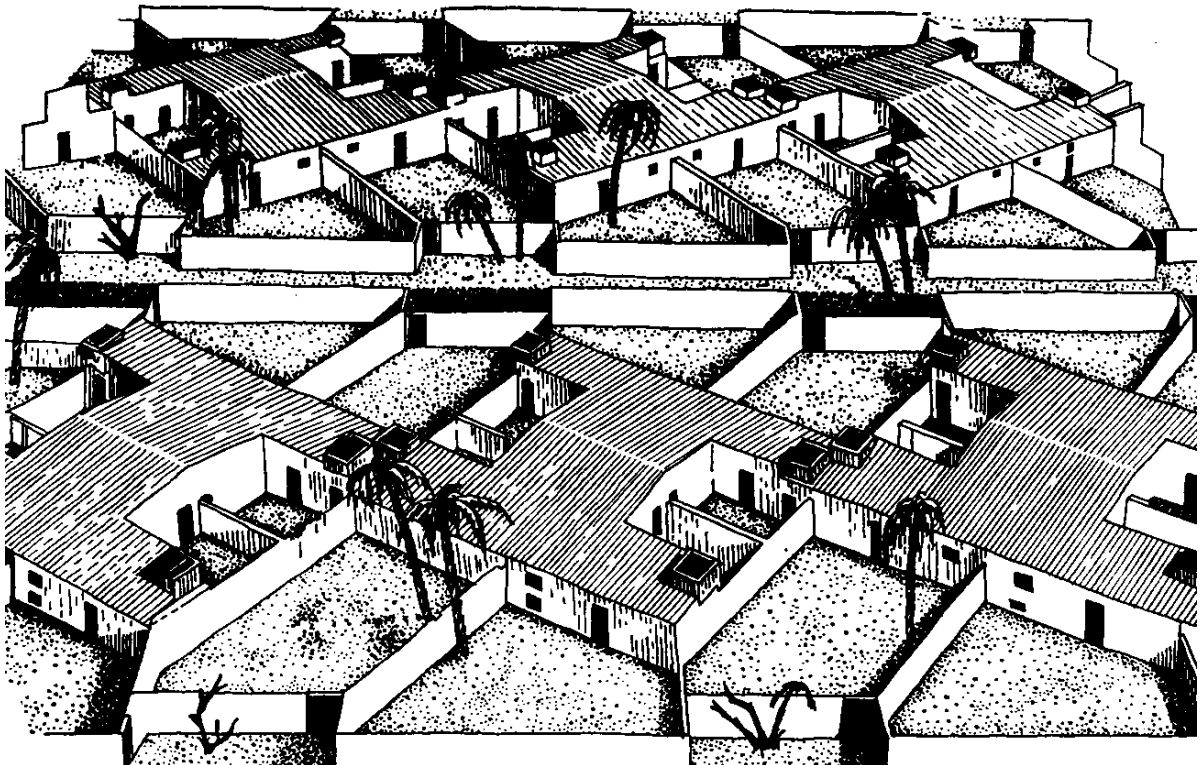
**Рис. 2.17 - Садибна
забудова блокованими
одноповерховими
житловими будинками у
Кувейті (за [1])**

a – планування будинку; *б* –
варіант блокування будинків; 1 –
житлова кімната; 2 – кімната для
жінок та дітей; 3 – ванна; 4 –
туалет; 5 – умивальник; 6 – двір
для відпочинку; 7 – парадний двір;
8 – двір для жінок та дітей; 9 –
господарчий двір; 10 – стоянка
для автомобілів



a)

б)



приквартирна ізольована невелика обводнена та озеленена ділянка зі входом у квартиру може повноцінно використана як “зелена кімната” з комфортним мікрокліматом – на ній можуть бути розташовані спальні місця, літня кухня. При цьому сумарні витрати на будівництво блокованих будинків порівняно з одноквартирними менші на 25-30 %, а експлуатаційні витрат – на 35-40 % [84].

У сучасному багатоповерховому житловому будівництві у жаркому сухому кліматі застосовують секційні, баштові, галерейні та коридорні будинки.

Із секційних типів багатоповерхових будинків найбільш розповсюджені будинки з двоквартирними рядовими секціями та багатоквартирні секційно-галерейні (рис. 2.18, 2.19).

Секційно-галерейні багатоквартирні будинки добре відповідають умовам жаркого сухого клімату. Завдяки максимальному розвитку у глибину квартир, що виходять на короткі галереї, помітно зменшується фронт зовнішніх вертикальних огорожень і підвищується теплова інерція будинку в цілому.

У будинках коридорного типу для забезпечення наскрізного провітрювання приміщень використовують такі ж прийоми, що і у жаркому вологому кліматі. Досить часто для цього використовуються спеціальні вентиляційні шахти-дворики, які дозволяють організувати наскрізне провітрювання невеликих по площі квартир, що мають односторонню орієнтацію (рис. 2.20).

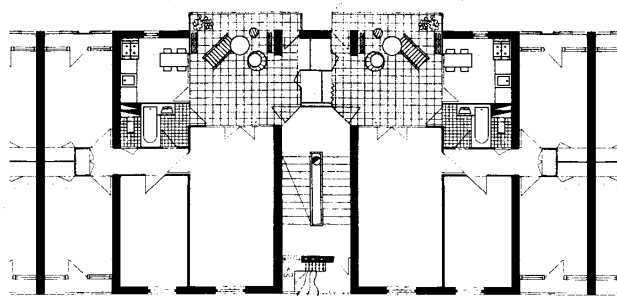


Рис. 2.18 – Секційний житловий будинок для жаркого сухого клімату (за [85])

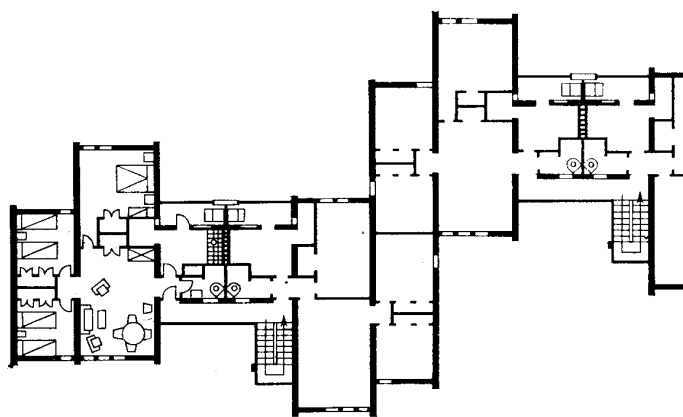


Рис. 2.19 – План секційно-галерейного будинку у Іспанії (за[84])

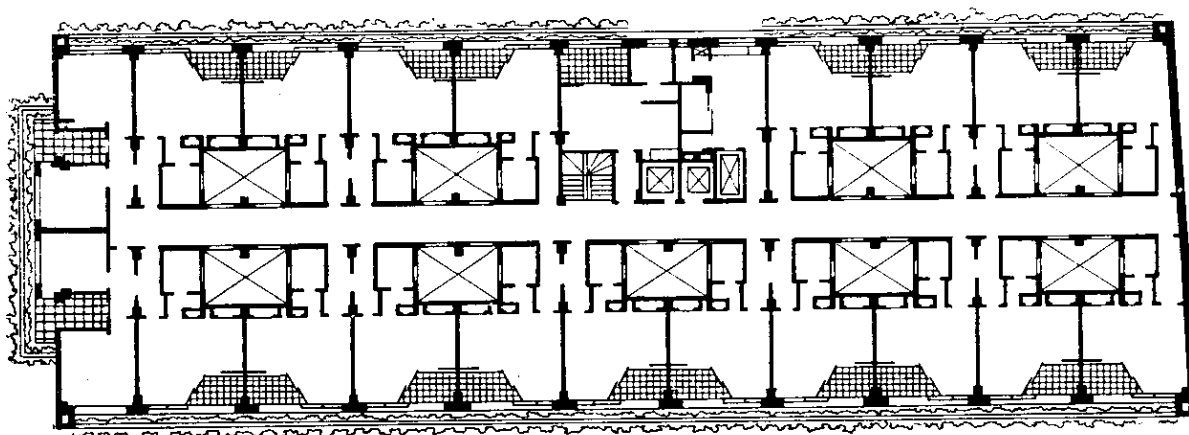


Рис. 2.20 – План типового поверху 13-поверхового житлового будинку коридорного типу у Бразилії (за [84])

Найбільш сприятливою орієнтацією будинків є орієнтація повздовжньої осі будинку із заходу на схід, найменш сприятлива орієнтація осі будинку - з півночі на південь.

У *теплого кліматі*, де переважають теплий та комфортний типи погоди з незначним перегрівом повітря у денні часи, як правило, після полудня, застосовується напіввідкритий режим експлуатації архітектурних об'єктів. Забудова переважно помірно-відкрита з озелененим прибудинковим простором, що має поліпшений мікроклімат завдяки затіненню, провітрюванню та обводненню. Житло повинно бути розкритим в бік цього простору (рис. 2.21). У міському середовищі гарне затінення та аерація створюють комфортні умови чи наближені до них. Взагалі ж ступень розкриття забудови у навколишнє середовище залежить від того який тип погоди, крім теплого, формує типологічні вимоги до житла.

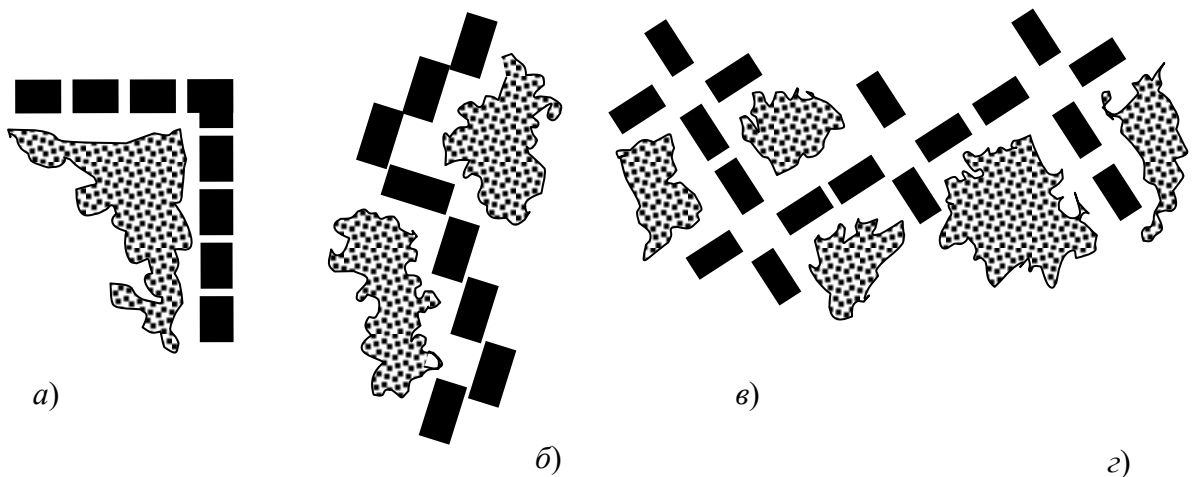
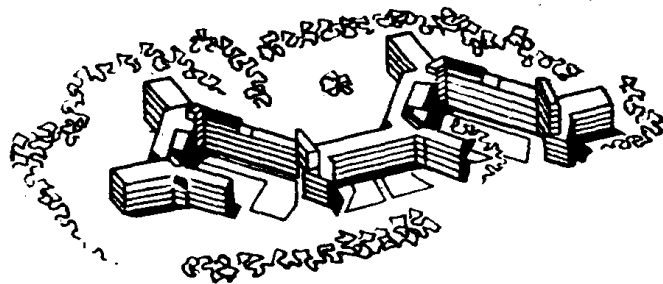


Рис. 2.21 – Планування житлових груп в умовах теплого клімату

a – кутове розміщення житлової групи; *б* – змієподібне розміщення житлової групи з формуванням двох прибудинкових дворів; *в* – хрестоподібне розміщення житлових груп з формуванням кількох прибудинкових дворів; *г* – напівзакрита житлова група



У малоповерховому будівництві найбільш поширені відокремлені чи блоковані двоповерхові будинки з орієнтацією житлових приміщень на прибудинковий дворик. У районах з теплим кліматом та низькою вологістю такі будинки повинні мати переважно замкнену композицію. У районах же з підвищеною вологістю активному провітрюванню буде сприяти групування блок-квартир різної поверховості та перфорація огорожень двориків. Для садибних житлових будинків характерна наявність великих відкритих приміщень – веранд, терас, лоджій та балконів (рис. 2.22).

Для багатоповерхового будівництва характерні багатосекційні, односекційні та галерейно-секційні типи будинків. Обов'язкова наявність наскрізного чи кутового провітрювання квартир (рис. 2.23). Як виняток можливе провітрювання квартир через шахти (рис. 2.24).

Кожна квартира повинна обов'язково мати відкриті приміщення значної площі - лоджії балкони, чи навіть приставні тераси (рис. 2.25). Характерні спроби перетворити відкриті приміщення у композиційний центр квартири, зв'язати їх з прихожою, надати їм значення багатофункціонального приміщення, продовжити строк їх експлуатації (рис. 2.26).

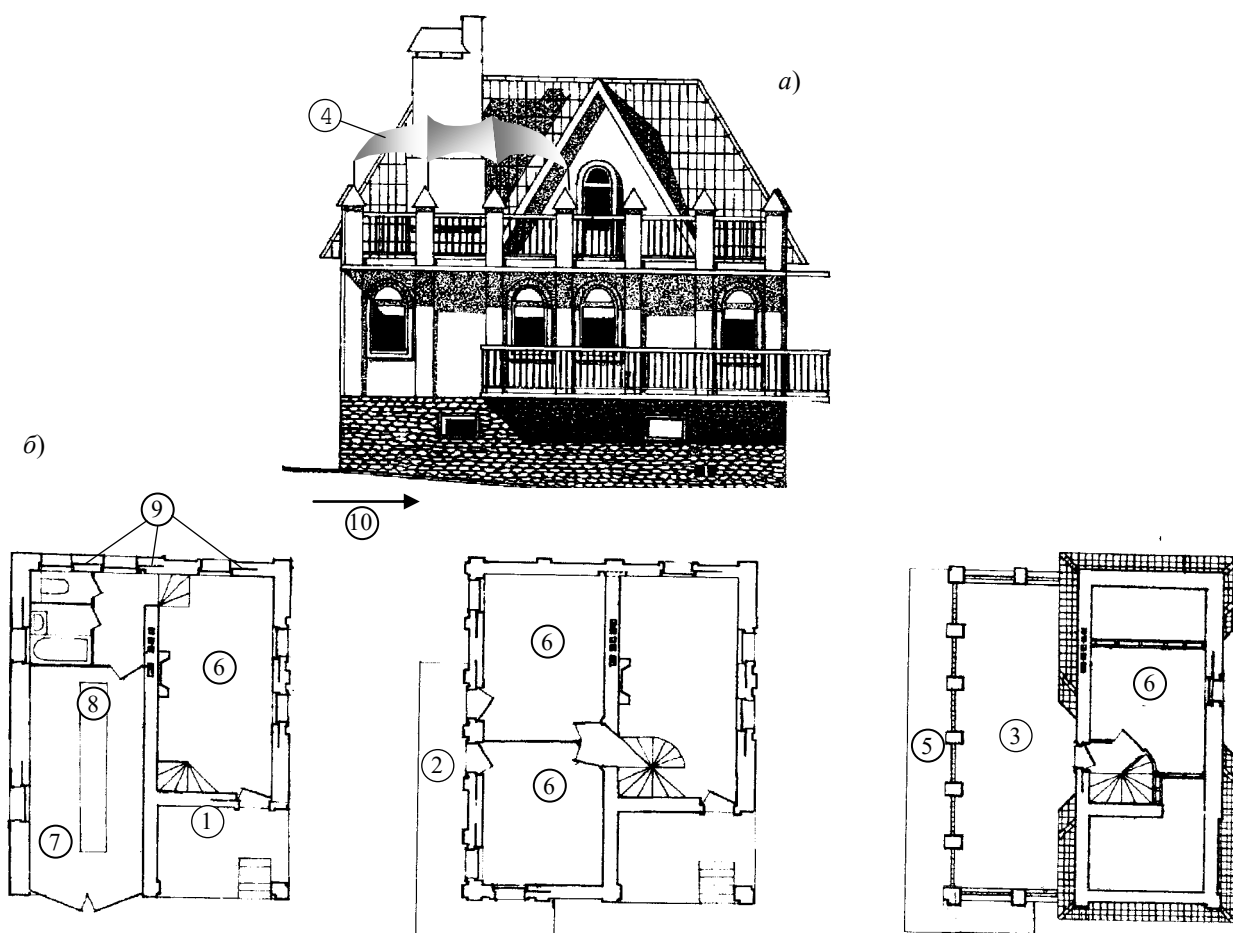


Рис. 2.22 – Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів теплого клімату (заміський житловий будинок у Одеській обл.

Архітектор. О.В. Сергейчук)

a – фасад; *б* – план цокольного та першого поверхів; *в* – план першого та другого поверхів; *г* – план тераси та мансарди; 1 – відкрита затінена веранда, що сприяє захисту входу у будинок від сонячних променів та дощу та може використовуватися як літня кухня; 2 – балкон у спальнях, що використовується для ранкового та вечірнього відпочинку та захищають нижчерозташовані приміщення від сонячних променів; 3 – тераса, яка має затінення та озеленення, що використовується для відпочинку як вдень так і в ніч; 4 – тент над терасою, що захищає її від сонячних променів під час спеки; 5 – сонцезахисний козирок над житловими приміщеннями; 6 – житлові приміщення з світлопрорізами що забезпечують наскрізне провітрювання; 7 – гараж, відокремлений від житлових приміщень сантехнічним блоком та подвійним вентиляльованим перекриттям, що забезпечує надійну їх ізоляцію від забрудненого повітря; 8 – вхід у підвал, що використовується у господарських цілях; 9 – ставні, що забезпечують додатковий захист від сонячних променів та несанкціонованого проникнення; 10 – напрямок на північ

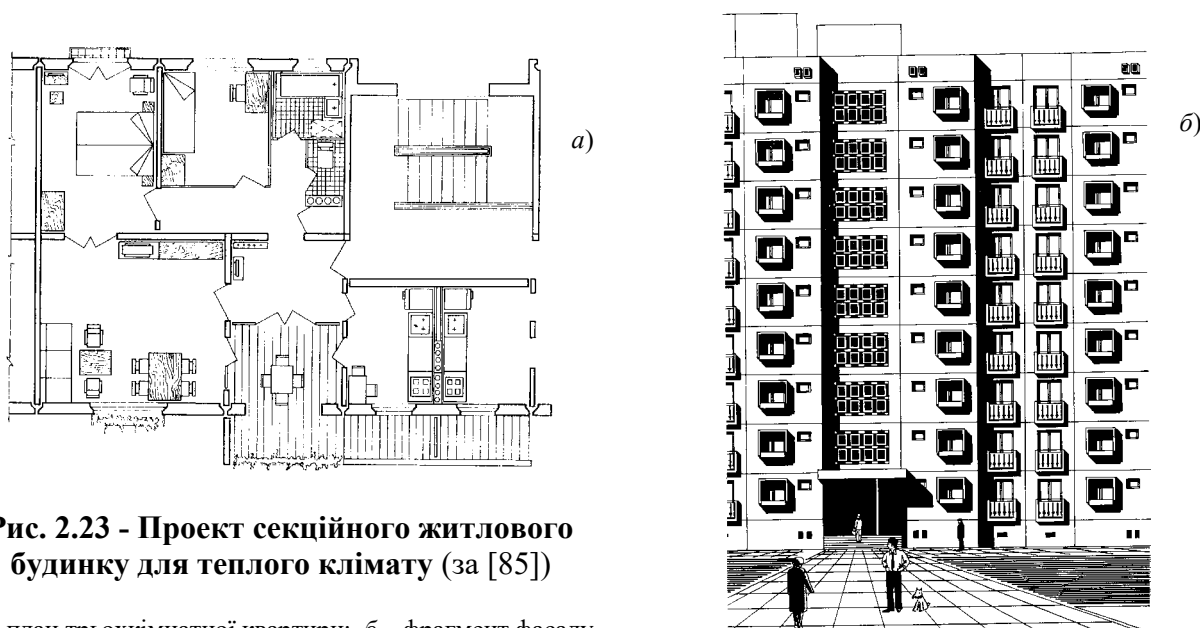


Рис. 2.23 - Проект секційного житлового будинку для теплого клімату (за [85])

a – план трьохкімнатної квартири; *б* – фрагмент фасаду

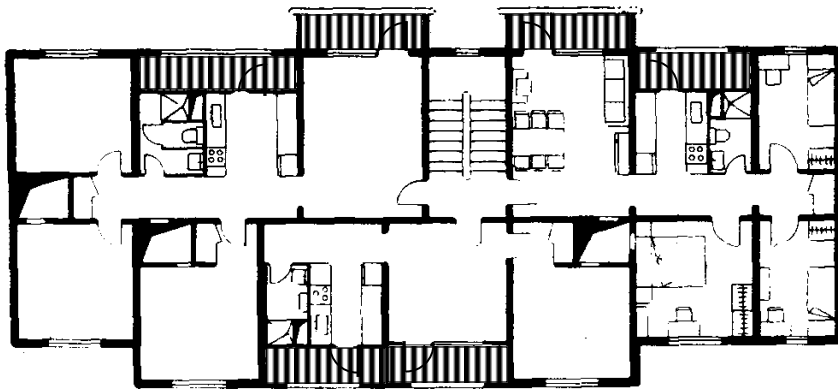


Рис. 2.24 – Блок-секційний п'ятиповерховий житловий будинок з вентиляцією приміщень за допомогою вентиляційних шахт (за [85])

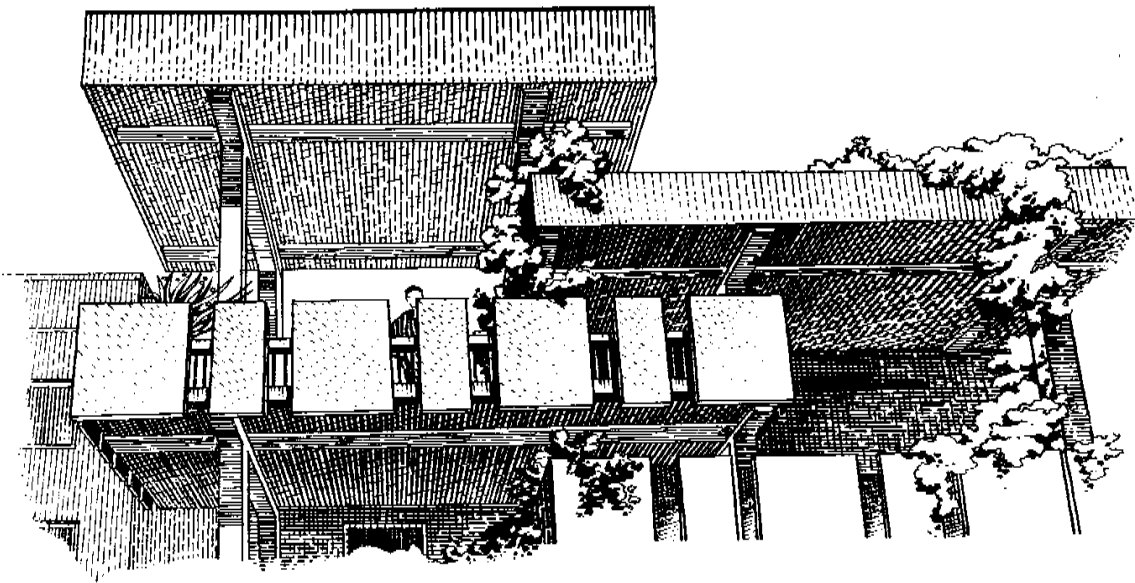
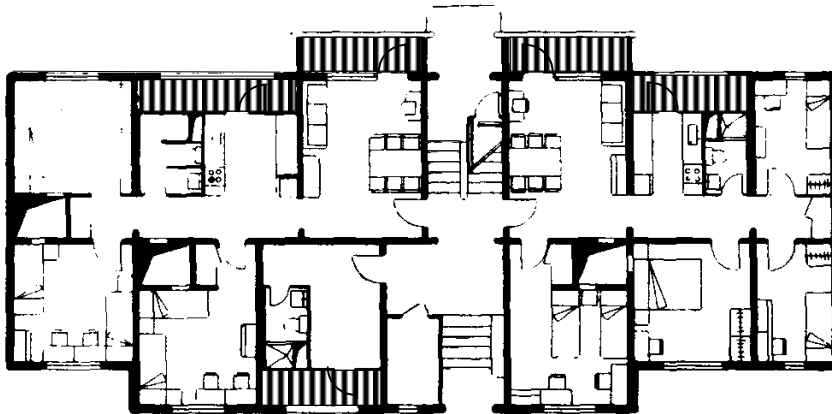


Рис. 2.25 – Двоповерхові лоджії-сади у житлових будинках у Ташкенті (за [85])

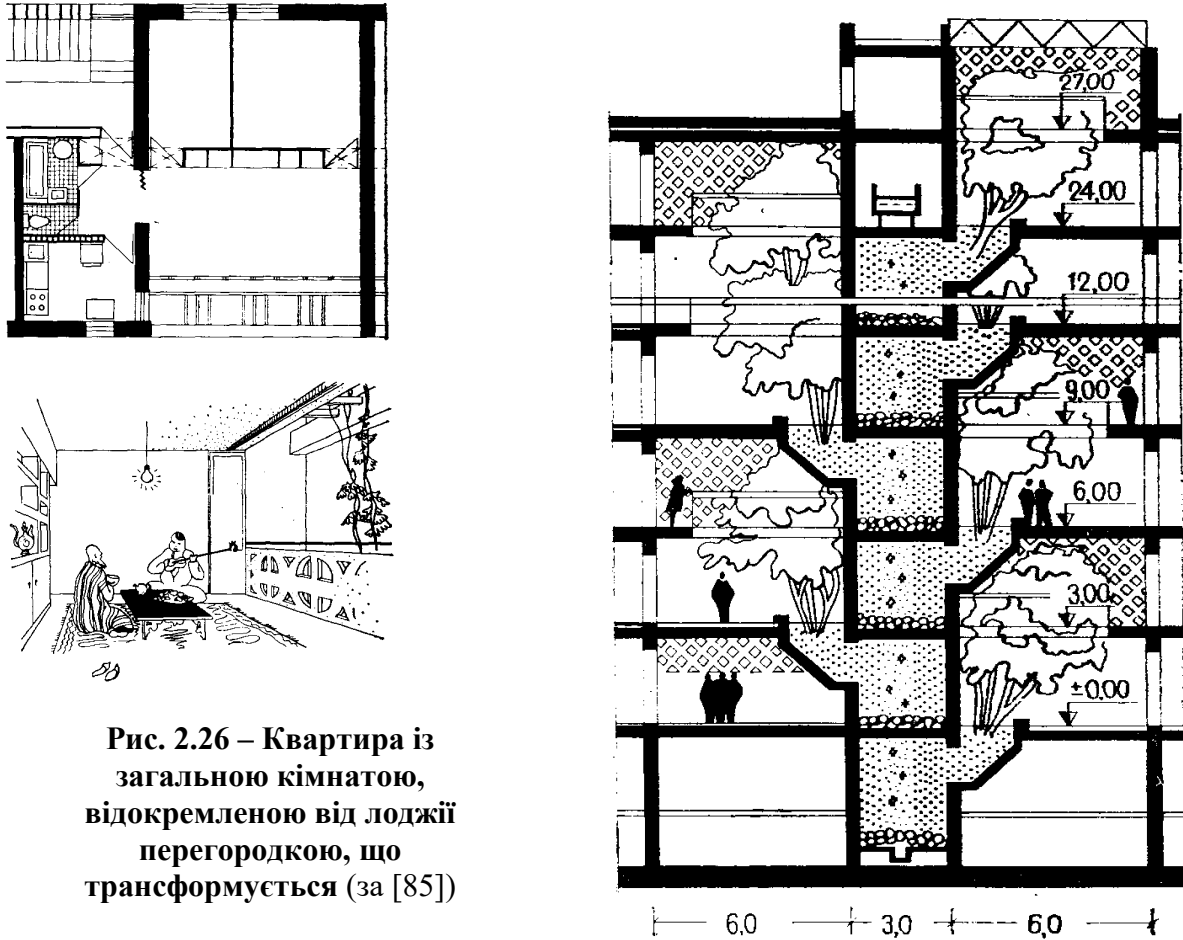


Рис. 2.26 – Квартира із загальною кімнатою, відокремленою від лоджії перегородкою, що трансформується (за [85])

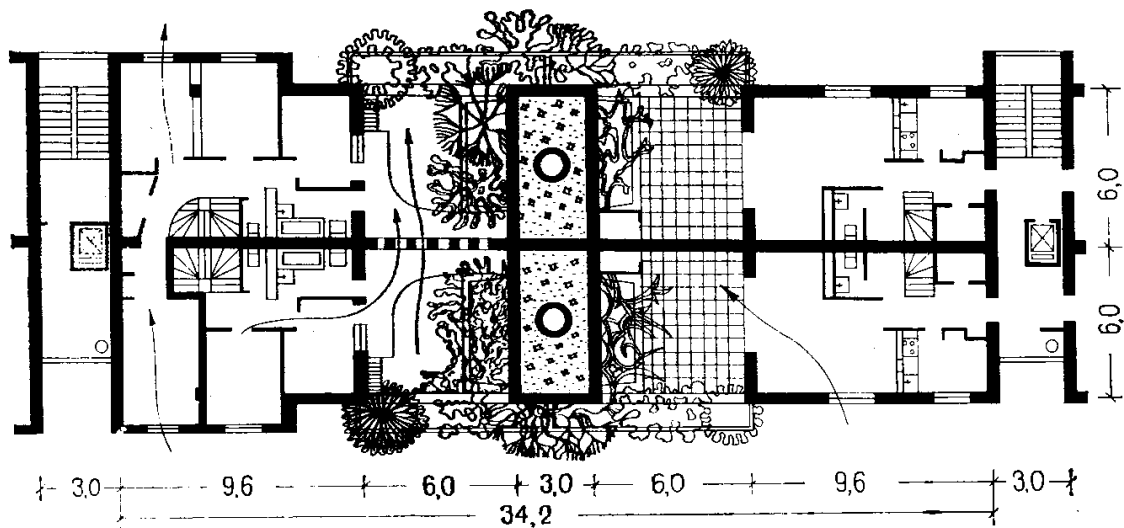


Рис. 2.27 – Проект житлового будинку “Висячий сад” (за [12])

a – розріз ; *б* – план

Цікавий проект житлового будинку для теплого клімату “Висячий сад” запропонували архітектори Г. Полторака та С. Себо – у лоджіях, що мають висоту у два поверхи, передбачаються спеціальні бункери для насадження дерев та кущів (рис. 2.27).

Для квартир у теплому кліматі бажано мати висоту поверхів не менш 3,0 м, що сприяє покращенню мікроклімату приміщень у літній період перегріву. Крім того, це викликано рекомендацією обладнання приміщень стельовими вентиляторами-фенами. При орієнтації кімнат на південно-західний та західний боки горизонту обов'язково треба облаштовувати світлопрорізи зовнішніми сонцезахисними пристроями.

В Україні до теплового клімату можна віднести територію узбережжя Чорного та Азовського морів і Криму – зони ШБ2 та IVB.

У *помірному кліматі*, де переважають комфортний та прохолодний типи погоди застосовується відкритий та напіввідкритий режими експлуатації архітектурних об'єктів. Ступень відкритості залежить від співвідношення цих типів погоди та тривалості інших: якщо весь рік тримається комфортна погода – то при проектуванні треба реалізовувати відкритий режим експлуатації, а якщо комфортна погода тримається лише 3-4 місяця на рік, а в іншій період року крім прохолодної є ще і холодна погода з вітрами – то, безумовно, треба застосовувати напіввідкритий режим експлуатації.

В цілому, забудова переважно має значну компактність (рис. 2.28). При її вирішенні необхідно регулювати ступень розкриття по відношенню до сонця в залежності від співвідношення типів погоди – від максимальної інсоляції території при помірному кліматі, що граничить з холодним, до обмеження інсоляції при тривалості теплої погоди 2-3 місяця на рік. У місцевостях з сильними вітрами, як правило, застосовуються вітрозахисні рішення забудови мікрорайонів та житлових груп. Захист від вітру та вірне використання інсоляції створюють в міській забудові комфортні, чи близькі до них умови.

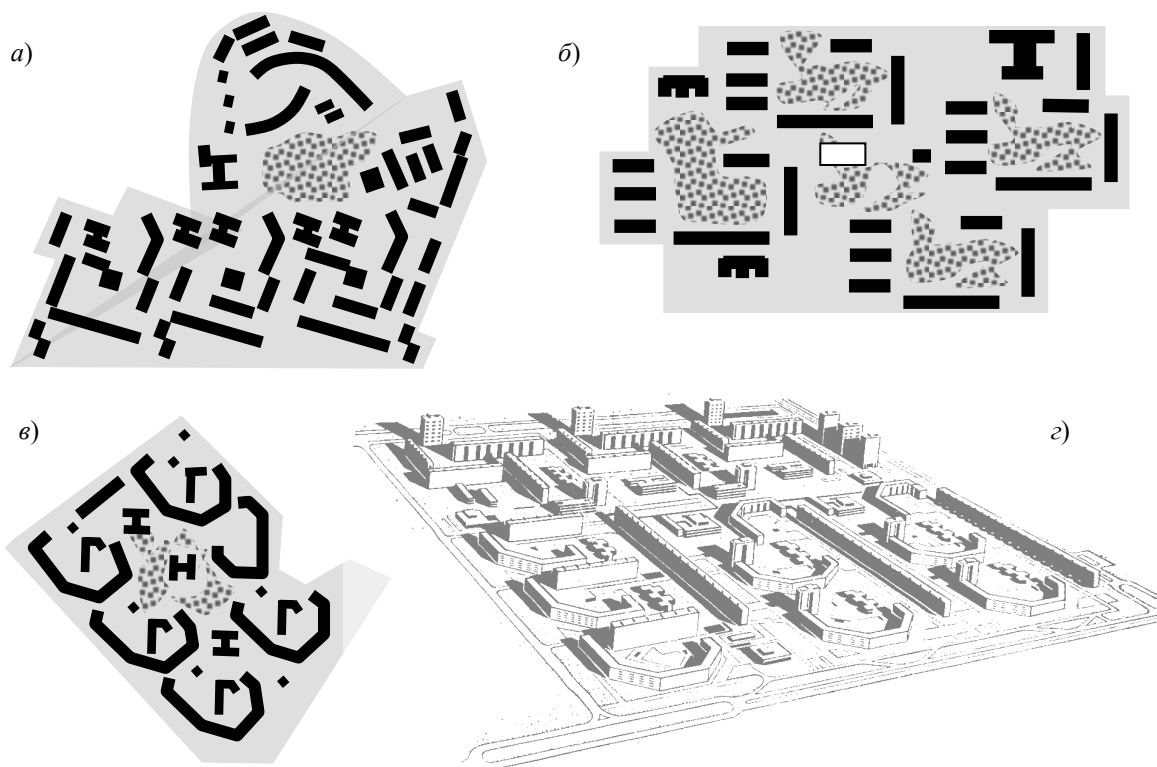


Рис. 2.28 – Планування мікрорайонів та житлових груп в умовах помірного клімату

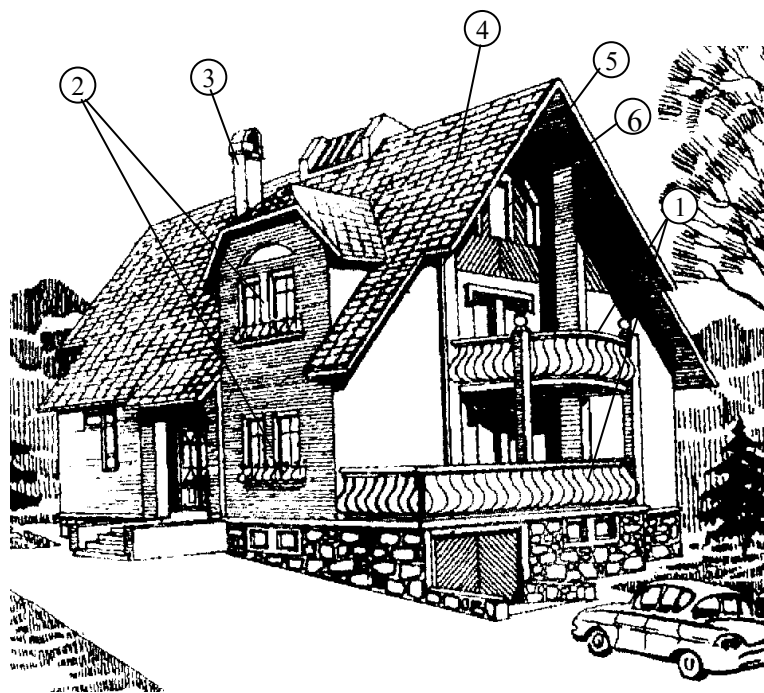
a – напіввідкрита, щільна планувальна схема при відсутності вітрів; *b* – відкрита планувальна схема при переважанні комфортної погоди; *c* – напівзамкнута планувальна схема при наявності вітрів; *d* – мікрорайон у Тольятті з групами вітрозахисних будинків

У малоповерховому будівництві найбільш поширені помірно-компактні відокремлені двоповерхові будинки з орієнтацією житлових приміщень на східну, північну та західну

частину горизонту(рис. 2.29). Відкриті приміщення передбачаються значної площі. Вікна повинні відповідати нормам природного освітлення, однак їх площа може незначно перевищувати їх. Значне ж перевищення цих норм може призвести до зайвих тепловтрат у зимові місяці та виникнення парникового ефекту у приміщеннях літом. Фрамуги вікон повинні відкриватися, а вікна мати кватирки. При орієнтації вікон на південний захід слід передбачати сонцезахисні прилади. Будинок повинен мати опалення малої потужності. Дах найбільш часто скатний з використанням частини горища під мансарду. Бажано, щоб присадибна ділянка мала площу не менш 20 соток і була добре озеленена, а, при можливості, і обводнена (рис. 2.30).

Рис. 2.29 – Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів з помірним кліматом (будинок під Києвом. Архітектор О. Бавикіна)

1 – відкриті приміщення, що використовуються у комфортну погоду; 2 – вікна житлових приміщень, що забезпечують нормовану природну освітленість; 3 – піч чи камін, що приймає участь у опаленні будинку у прохолодну погоду; 4 – скатний дах, що забезпечує захист від опадів та перегріву приміщень верхнього поверху; 5 – мансардні приміщення, що використовують об'єм горища; 6 – звис даху, що забезпечує захист



При проектуванні блокованих малоповерхових житлових будинків принципи об'ємно-планувального вирішення остаються тими ж (рис. 2.31). Завдяки блокуванню досягається більша економічність будинків. При цьому зберігається наявність присадибної ділянки для кожної родини. Кожна квартира має наскрізне провітрювання та достатню інсоляції житлових приміщень.

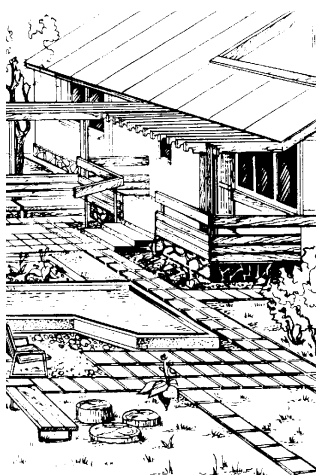


Рис. 2.30 – Приклад благоустрою присадибної ділянки



Рис. 2.31 – Блокований житловий будинок для помірного клімату (архітектор Т. Власова)

а – фасад; *б* – план першого поверху; *в* – план другого поверху; 1 – їдальня; 2 – кухня; 3 – передня-хол; 4 – гараж; 5 –

Для багатоповерхового будівництва характерні багатосекційні та односекційні типи житлових будинків. При використанні квартир у двох рівнях що мають двобічну орієнтацію застосовуються коридорні, коридорно-секційні типи будинків з коридорами через один, два чи три поверхи. Для помірного клімату з м'якою зимою інколи використовуються галерейно-секційні та галерейні будинки. Наявність наскрізного чи кутового провітрювання квартир бажана.

Кожна квартира, з кліматичної точки зору, повинна облаштовуватися відкритими приміщеннями – лоджіями, балконами (рис. 2.32). Площа відкритих приміщень залежить від наявності та тривалості холодної пори року: як що холодна погода відсутня – площа відкритих приміщень значна.

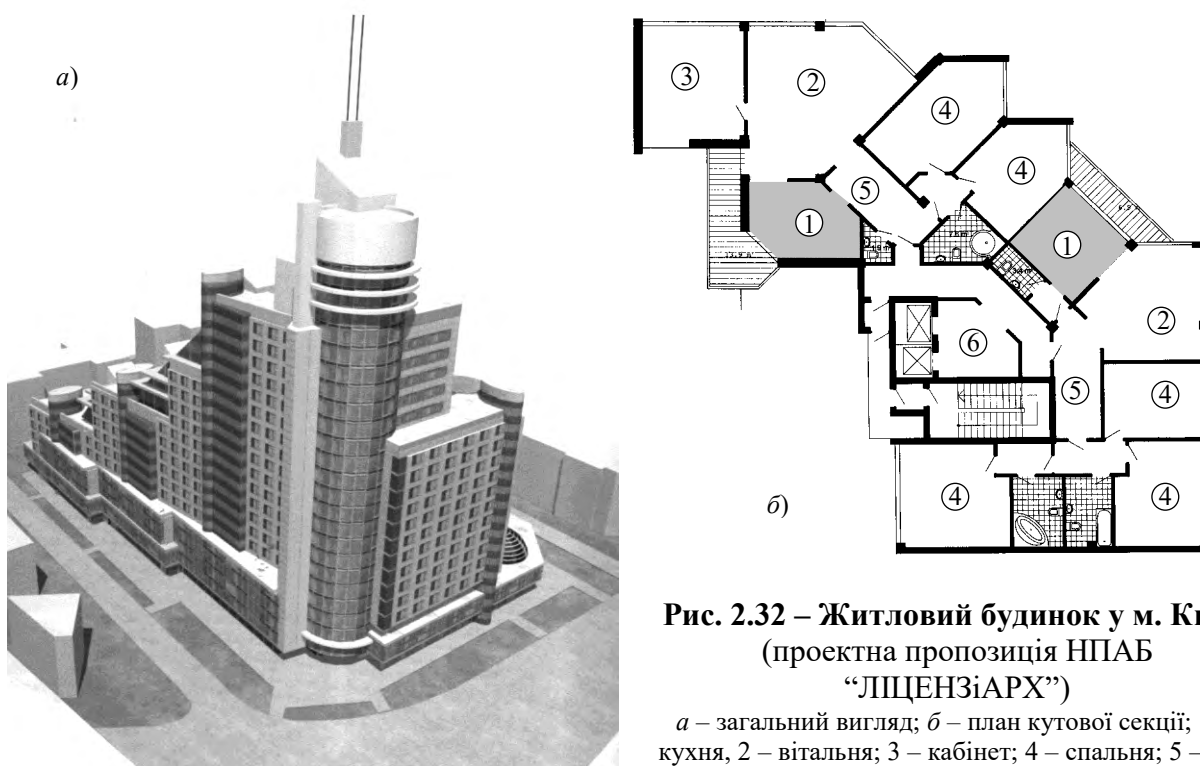


Рис. 2.32 – Житловий будинок у м. Києві
(проектна пропозиція НПАБ
“ЛЩЕНЗіАРХ”)

a – загальний вигляд; *б* – план кутової секції; 1 –
кухня, 2 – вітальня; 3 – кабінет; 4 – спальня; 5 – хол;
6 – ліфтовий хол

В останній час намітилася тенденція відказу у висотних житлових будинках від балконів та лоджій. Це пов'язано з безпекою мешканців, що живуть на високо розташованих поверхах – так званим “страхом висоти”. У кліматичному аспекті – це погіршення якості житла. У цьому випадку слід застосовувати еркери з великою площею засклення, яке зроблено з фрамуг, що відкриваються, чи має іншу можливість трансформуватися з розкриттям простору кімнати у зовнішнє середовище (рис. 2.33).

Орієнтація квартир та площа вікон повинні забезпечувати нормовану тривалість інсоляції та природного освітлення. У північній півкулі Землі несприятливими боками горизонту для орієнтації житлових приміщень у помірному кліматі є орієнтація від північного заходу до північного сходу (за умовами дефіциту інсоляції)¹⁵ та від південного заходу до заходу (за умовами перегріву). При орієнтації приміщень на південь, південний захід та захід для запобігання їх перегріву необхідно використовувати зовнішні сонцезахисні пристрої.

¹⁵ Згідно до діючих норм на всій території колишнього СРСР орієнтація квартир, в яких всі вікна житлових кімнат виходять на один бік будинку, в межах зазначеного сектора горизонту не припустима [85]

Велику роль для формування мікроклімату житла у районах з помірним кліматом відіграють схеми планування квартир: двобічна, кутова та однобічна (рис. 2.34).

Двобічні квартири мають оптимальні гігієнічні властивості. Приплив зовнішнього повітря завжди забезпечений з одного чи другого боку будинку, мікроклімат менше залежить від напрямку вітру, простіше вирішується інсоляція.

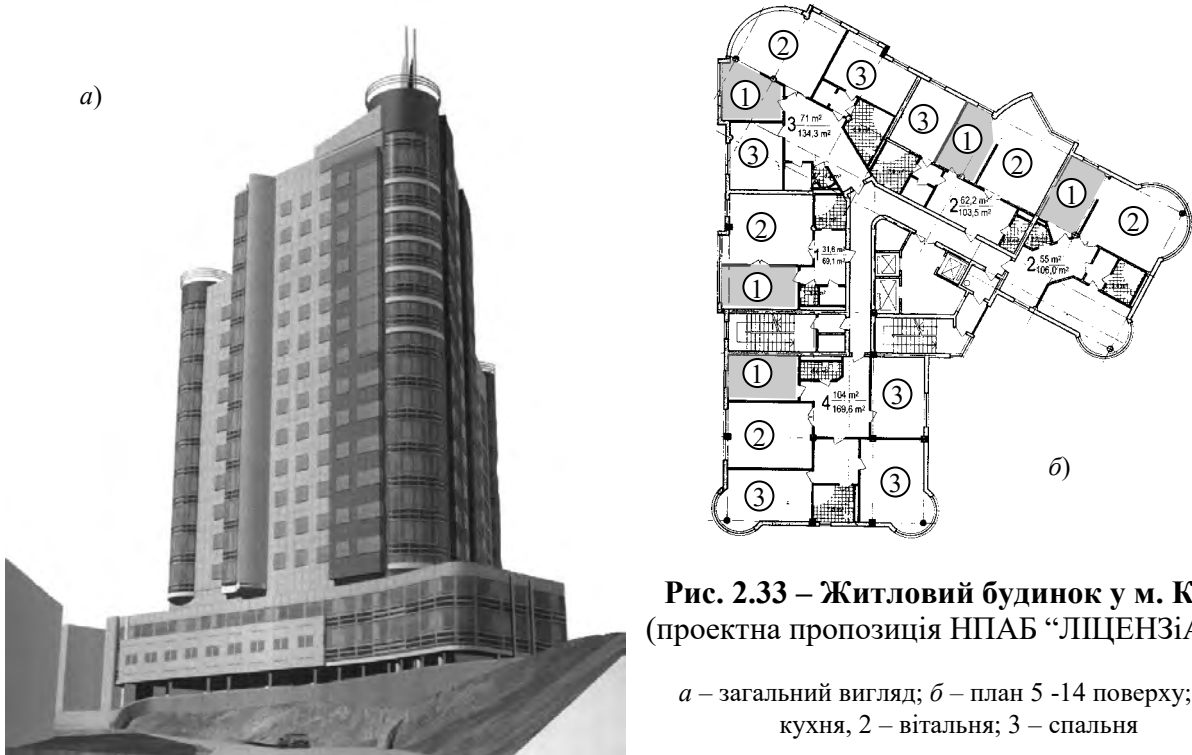


Рис. 2.33 – Житловий будинок у м. Києві
(проектна пропозиція НПАБ “ЛЩЕНЗіАРХ”)

a – загальний вигляд; *б* – план 5 -14 поверху; 1 –
кухня, 2 – вітальня; 3 – спальня

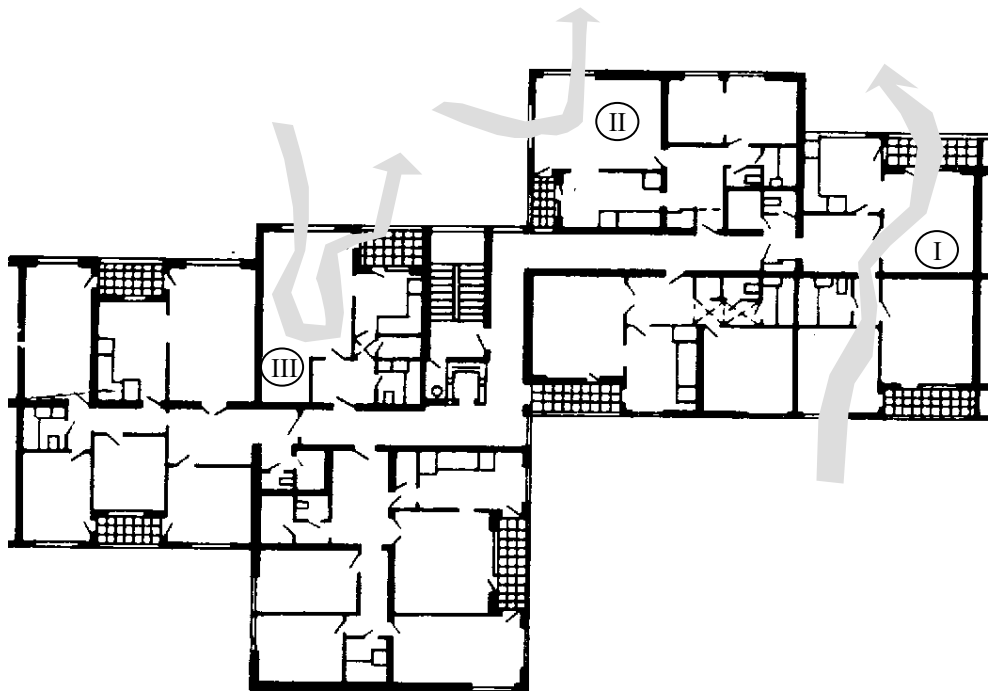


Рис. 2.34 – Схеми планування квартир

I – двобічна; II – кутова; III – однобічна

Близькі до необхідних гігієнічних якостей умови в кутових квартирах. Однак збільшення периметру зовнішніх стін призводить до росту тепловтрат у них та по будинку цілому у прохолодну та холодну погоду.

Однобічні квартири є найменш сприятливими з гігієнічної точки зору. При орієнтації на сонячні боки та відсутності сонцезахисту літом у них спостерігається перегрів приміщень.

Практично всю територію України, за винятком узбережжя Чорного та Азовського морів та Криму – зон ШБ2 та IVB (див. рис. 2.35) можна віднести до помірного клімату. Гігієнічний комфорт мікроклімату у квартирах на протязі всіх сезонів року може бути досягнутий при дотриманні наступних умов: орієнтації поздовжньої осі будинку з північного сходу на південний захід, плануванню квартир із наскрізним провітрюванням, наявності балконів чи лоджій, застосуванню сонцезахисних пристроїв на вікнах, що орієнтовані на південь, південний захід та захід, а також використання огорожувальних конструкцій та опалювальних систем необхідних теплотехнічних якостей.

У прохолодному кліматі, де переважають прохолодний та не дуже холодний (до $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ з невеликими вітрами) типи погоди застосовується напіввідкритий режим експлуатації архітектурних об'єктів. Забудова переважно має значну компактність. При вирішенні житлових груп та мікрорайонів необхідно застосовувати планувальні схеми, що захищають територію від вітру та забезпечують їх максимальну інсоляцію. Це створює на території забудови умови, що наближаються до комфортних (рис. 2.35).

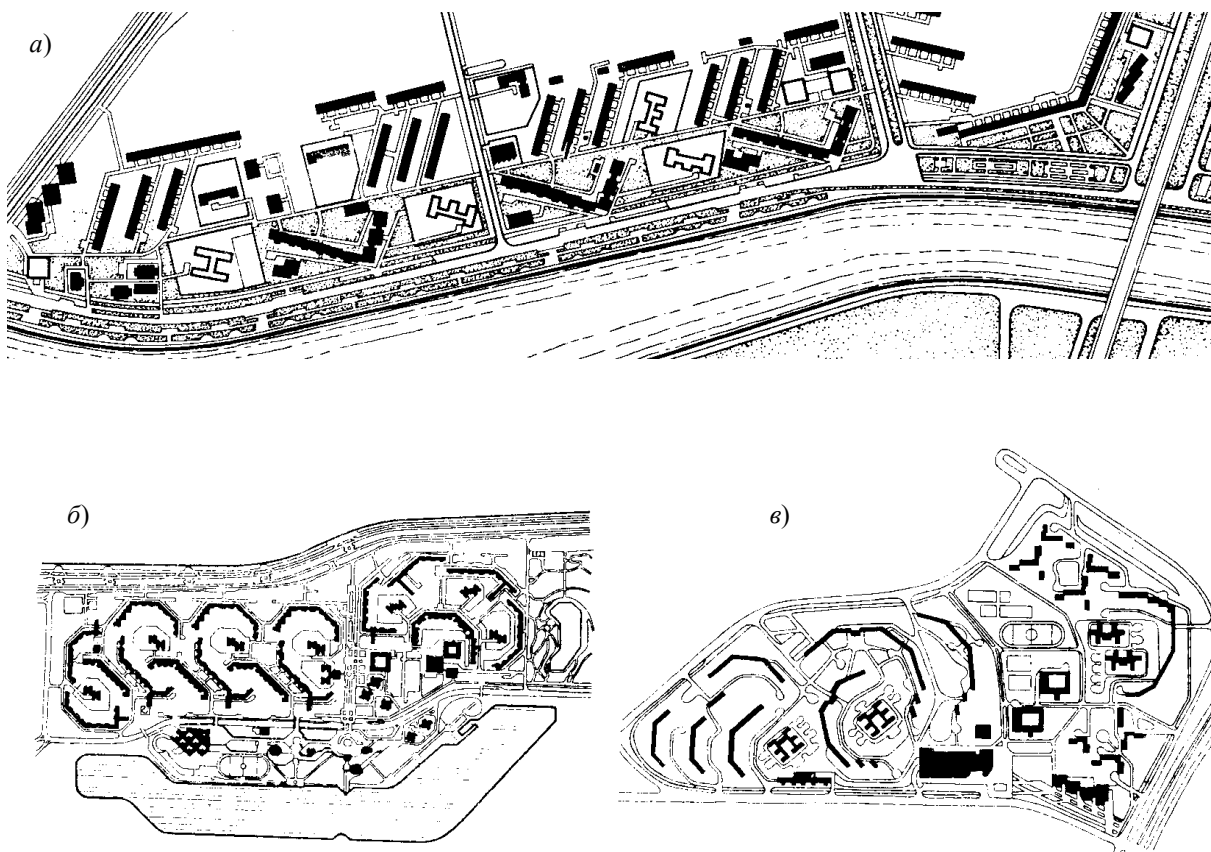


Рис. 2.35 – Планування мікрорайонів та житлових груп в умовах прохолодного клімату

a – Нагатинська набережна у Москві; *б* – житловий мікрорайон у Нижньому Новгороді; *в* – житловий комплекс “Зелений Луг-7” у Мінську

У малоповерховому будівництві найбільш поширені помірно-компактні відокремлені двоповерхові будинки з орієнтацією житлових приміщень на сонячні боки горизонту. У квартирах бажано передбачати тамбур та місце для зберігання верхнього одягу. Проектування відкритих приміщень (балконів, лоджій) передбачається переважно на сонячних боках будинків. Площа вікон повинна відповідати нормам природного освітлення. Перевищення цих норм призводить до зайвих тепловтрат у зимові місяці. Вікна проектуються з кватиркам чи фрамугами. Будинок повинен мати опалення малої чи середньої потужності. Дах найбільш часто скатний з використанням частини горища під мансарду. Бажано, щоб присадибна ділянка мала площу не менш 15 соток і була добре озеленена. Зелені насадження часто використовуються для захисту малоповерхових будинків від вітру (рис. 2.36).

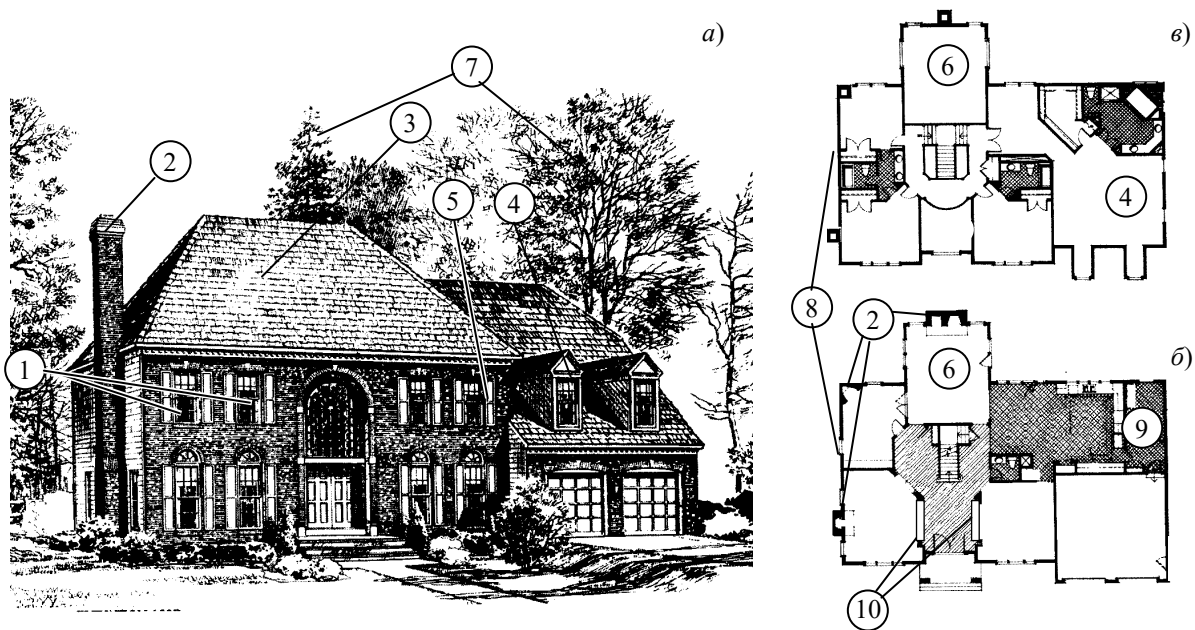


Рис. 2.36 – Кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів з прохолодним кліматом (Англійський котедж “Британія”. Проектувальник “The Harmon Companies”)

а – загальний вигляд; *б* – план першого поверху; *в* – план другого поверху; 1 – вікна житлових приміщень, що забезпечують нормовану природну освітленість; 2 – піч чи камін, що приймає участь у опаленні будинку; 3 – скатний дах, що забезпечує захист від опадів; 4 – мансардні приміщення, що використовують об’єм горища; 5 – ставні, що забезпечує додатковий теплозахист вікон у холодні ночі; 6 – велике, двосвітне приміщення, що використовується у холодну пору року як зимовий сад; 7 – дерева, що захищають будинок від холодних вітрів; 8 – помірно-компактна форма плану, що сприяє зменшенню тепловитрат у холодну пору року; 9 – господарське приміщення, що орієнтовано на несприятливий бік горизонту; 10 – шафи для зберігання верхнього одягу

При проектуванні блокованих малоповерхових житлових будинків принципи об’ємно-планувального вирішення остаються тими ж. З точки зору тепловитрат вони мають певну перевагу порівняно з будинками котеджного типу.

Для багатоповерхового будівництва характерні багатосекційні типи житлових будинків. Односекційні житлові будинки внаслідок відносно великих тепловтрат (як що зривати їх з багатосекційними будинками) слід застосовувати в обмежених масштабах, наприклад, в якості містобудівних акцентів, а також на територіях з уклоном поверхні 10 % та більше. Наявність наскрізного чи кутового провітрювання квартир бажана.

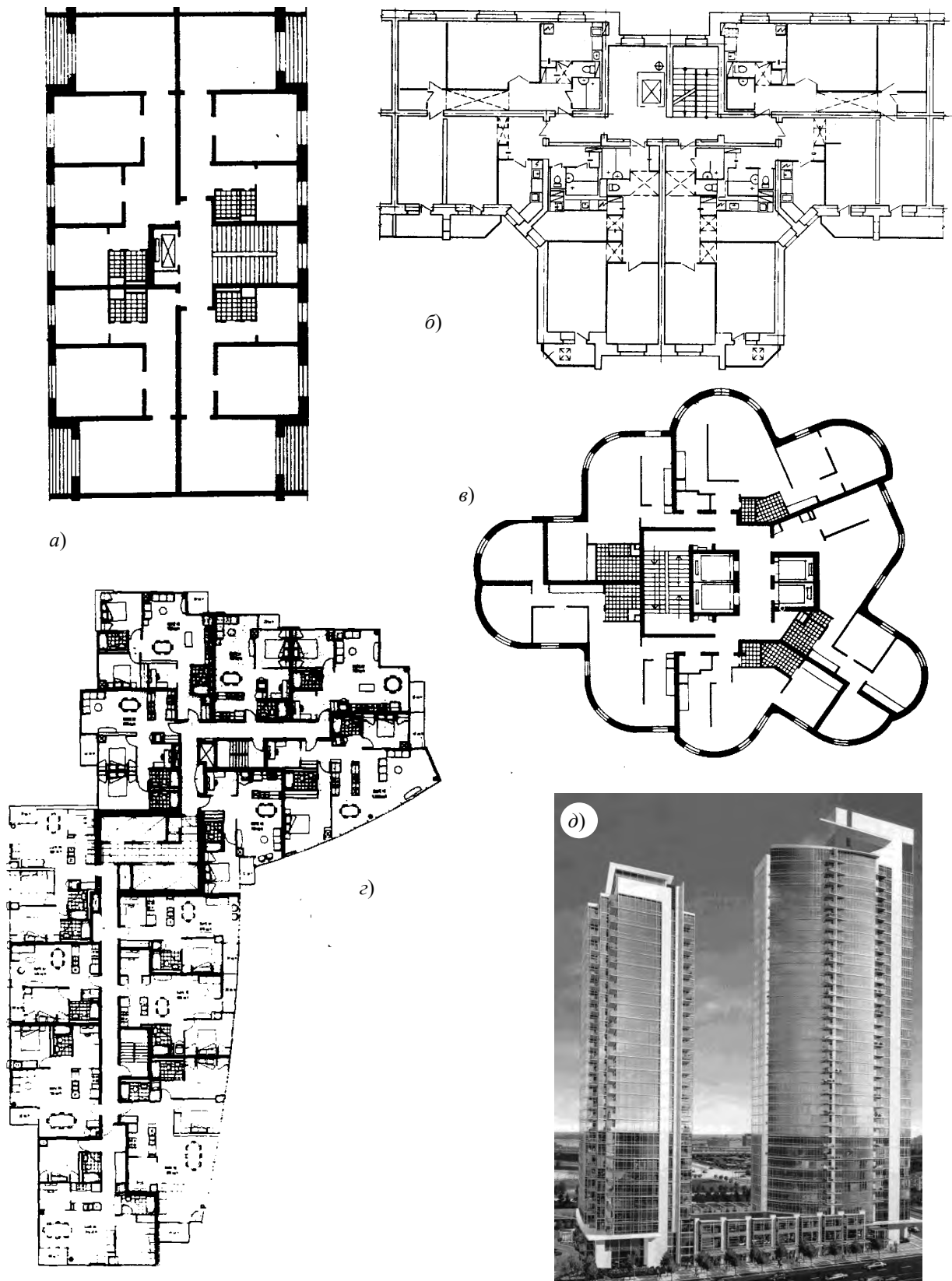


Рис. 2.37 – Багатоповерхові будинки у прохолодному кліматі

а – багатосекційний будинок меридіональної орієнтації; *б* – багатосекційний будинок широтної орієнтації; *в* – односекційний висотний будинок; *г, д* – житлові башти CITY PLACE у Торонто (план типового поверху та загальний вигляд)

Багато, щоб квартири мали відкриті приміщеннями – лоджії чи балкони, які слід орієнтувати на сонячні боки горизонту. Площа відкритих приміщень незначна чи вони можуть бути в загальному відсутні, особливо у висотних будинках (рис. 2.37).

Оптимальними типами житлових будинків у районах з прохолодним кліматом вважаються багатосекційні будинки меридіональної і особливо широтної орієнтації. Секції широтної орієнтації мають певну гігієнічну перевагу, оскільки до 50% квартир у них мають двобічну орієнтацію. Для строго меридіональних будинків рекомендуються більш економічні секції з 6–8 однобічними квартирами на поверсі. Це дозволяє знизити приведені затрати на 6–8% по зрівнянню з секціями з чотирма квартирами на один ліфтовий вузол [82]. У будинках до 4 поверхів доцільні убудовані сходи з верхнім світлом.

У холодному кліматі, де переважає холодний тип погоди, а сурава погода відсутня чи триває не більше одного місяця, застосовується закритий режим експлуатації архітектурних об'єктів. Забудова має максимальну компактність. При вирішенні житлових груп та мікрорайонів необхідно застосовувати планувальні схеми, що надійно захищають територію від вітру та забезпечують їх максимальну інсоляцію у літні місяці. Це поліпшує на території забудови мікроклімат, однак не утворює комфорту. Всі заходи з регулювання вітрового режиму повинні бути спрямовані на зм'якшення мікроклімату, в першу чергу, на ділянках дитячих дошкільних закладів та шкіл, у зонах відпочинку та на основних пішохідних путях (рис. 2.38).

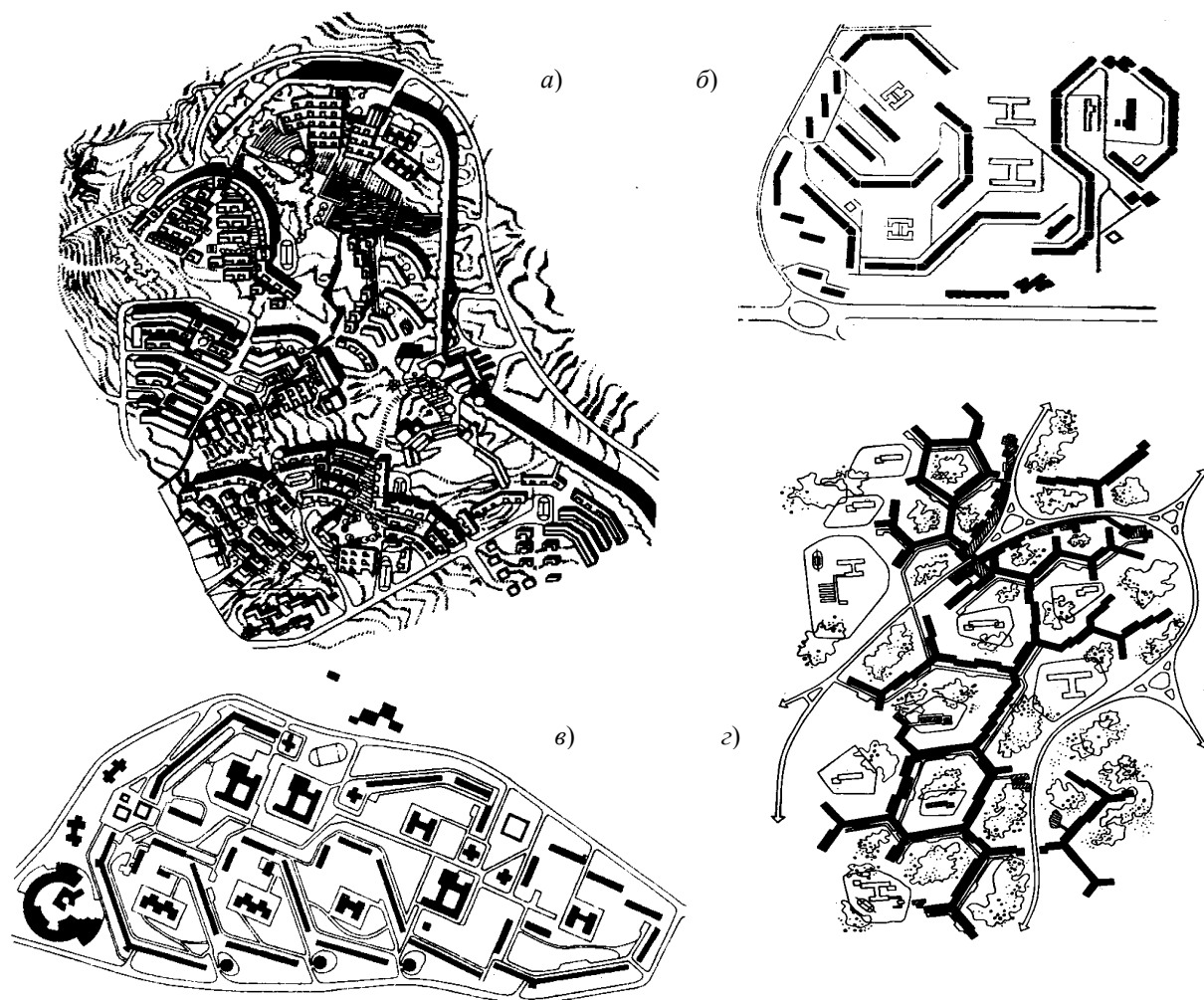


Рис. 2.38 – Планування мікрорайонів та житлових груп в умовах холодного клімату

a – проект планування та забудови г. Сваппаваара на півночі Швеції; *б* – вітрозахисне планування мікрорайону 203 у Мурманську; *в* – житловий комплекс “Північний-5” у Новосибірську; *г* – біоструктурна забудова для умов Північного Уралу

Для захисту територій мікрорайонів та житлових груп широко застосовуються вітрозахисні будинки, які розташовуються з навітряного боку забудови. Розмір вітрової тіні, складає 4-6 його висот. З-за порівняно невеликих розмірів вітрової тіні на житлових територіях необхідно застосовувати багаторазову постановку вітрозахисних будинків по глибині забудови.

Крім захисті від вітру треба застосовувати засоби снігозахисту. При цьому особливу увагу приділяють раціональній орієнтації вулиць та доріг. Оптимальною вважається прокладка основних транспортних магістралей та пішохідних вулиць під кутом 20-45° до переважаючого напрямку заметілей.

У малоповерховому будівництві найбільш поширені компактні блоковані двоповерхові будинки з орієнтацією житлових приміщень на сонячні боки горизонту. У квартирах треба передбачати тамбур та місце для зберігання верхнього одягу. Проектування відкритих приміщень дуже обмежене, вони можуть бути взагалі відсутні. Замість відкритих приміщень часто проектуються засклені веранди. Площа вікон повинна відповідати мінімальним нормам природного освітлення. Вікна проектується з кватирками, фрамугами чи клапанами. Будинок повинен мати опалення середньої потужності. Дах найбільш часто скатний з використанням частини горища під мансарду. Бажано, щоб присадибна ділянка мала площу не менш 10 соток і була озеленена з навітряного боку (по відношенню до будинку) вічнозеленими деревами. Це сприяє зменшенню впливу вітру на охолодження зовнішніх стін будинку (рис. 2.39).

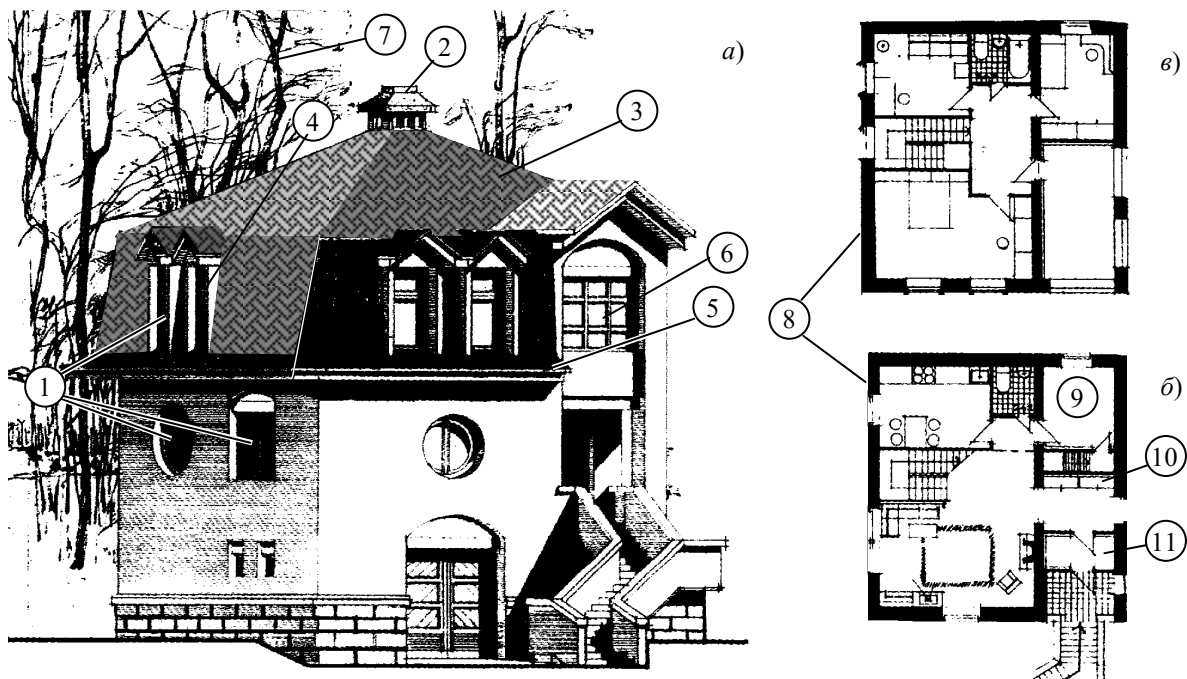


Рис. 2.39 – Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового будинку для районів з холодним кліматом (Архітектор В. Аникін)

а – загальний вигляд; *б* – план першого поверху; *в* – план другого поверху; 1 – вікна житлових приміщень, що забезпечують мінімальну нормовану природну освітленість; 2 – піч чи камін, що приймає участь у опаленні будинку у холодну пору року; 3 – скатний дах, що забезпечує захист від опадів та утворення снігового покриву на покритті; 4 – мансардні приміщення, що використовують об'єм горища; 5 – звис даху, що забезпечує захист стін від косої дощу; 6 – засклена веранда, що використовується у комфортну пору року як літнє приміщення, а у холодну – як зимовий сад; 7 – дерева, що захищають будинок від холодних вітрів; 8 – компактна форма плану, що сприяє зменшенню тепловитрат у холодну пору року; 9 – господарське приміщення, що орієнтовано на несприятливий бік горизонту; 10 – шафи для зберігання верхнього одягу; 11 – тамбур, що забезпечує додатковий захист внутрішнього простору будинку від проникнення холодного простору у зимовий період

При проектуванні блокованих малоповерхових житлових будинків застосовуються аналогічні принципи об'ємно-планувального вирішення. Їх слід використовувати більш широко порівняно з ізольованими будинками, тому що вони мають меншу відносну площу зовнішніх стін, що сприяє зменшенню тепловитрат.

Для багатоповерхового будівництва характерні багатосекційні типи житлових будинків з розширеним корпусом. Збільшення ширини корпусу з 12 до 18 м дає економію питомої витрати тепла на 11-13%.

Розширення будинків досягається завдяки проектуванню вбудованих сходів без природного освітлення чи з верхнім природним світлом скрізь ліхтар у даху (рис. 2.40 *a, б*) та застосуванню кухонь, що освітлюються другим світлом із загальної кімнати. При проектуванні кухонь без прямого природного освітлення для покращення її мікроклімату необхідно передбачати обов'язкову штучну припливно-витяжну вентиляцію. У таких кухнях треба використовувати електроплити та надплитні повітроочищувальні фільтри. Її слід розташовувати тільки за освітленою прямим природним світлом обідньою зоною загальної кімнати та відокремлювати від обідньої зони світлопрозорою перегородкою з дверима, з передаточним вікном та з повністю закритою верхньою частиною. Робочий фронт кухні раціонально розмістити вздовж цієї перегородки чи перпендикулярно їй. Світлопроріз обідньої зони повинен мати квартиру [82].

Зовнішній вигляд житлових будинків має характерні для холодного клімату риси: вікна мінімально необхідного розміру; невеликі балкони, що підкреслюють пластику стіни, чи їх відсутність; аркаду перед громадськими приміщеннями у першому поверсі, що служить пішоходам сховищем від непогоди (рис. 2.40, *в*).

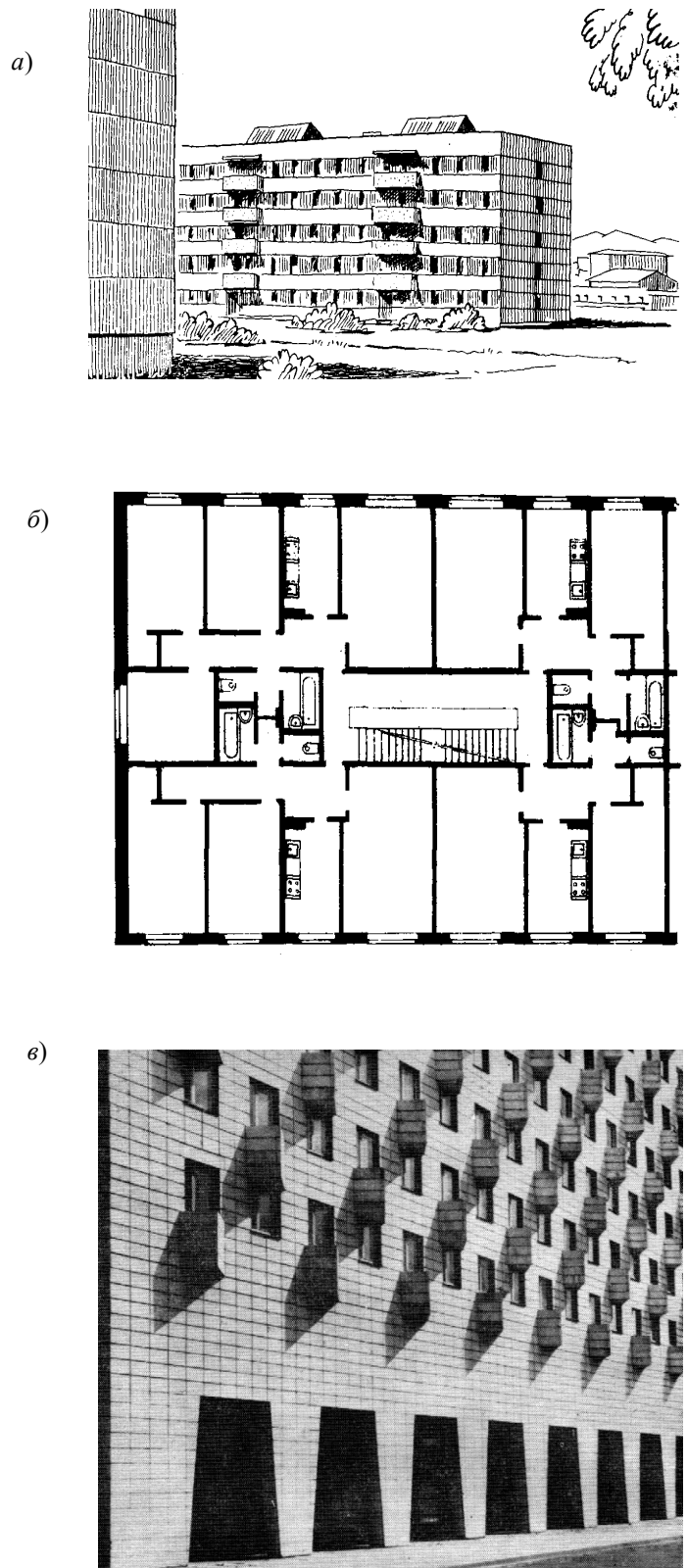


Рис. 2.40 – Багатоповерхові будинки у холодному кліматі

a, б – житловий будинок у м. Кизилі (загальний вигляд і план); *в* – зовнішній вигляд житлового 9-поверхового будинку у м.

Архангельську

Вітрозахисні будинки мають свої особливості. Вони повинні мати підвищену (по відношенню до забудови, яку захищають від вітру) поверховість та достатню протяжність корпусу (не менш 8 висот). Ці будинки за своєю структурою аналогічні галерейним, але замість галерей у них застосовують бокові коридори з обмеженою кількістю вікон, що мають потрібне скління та особливо ущільнені прикриття. Коридори орієнтуються на навітряний бік, а усі кімнати квартир та входи до будинку – на затишний бік (рис. 2.41).

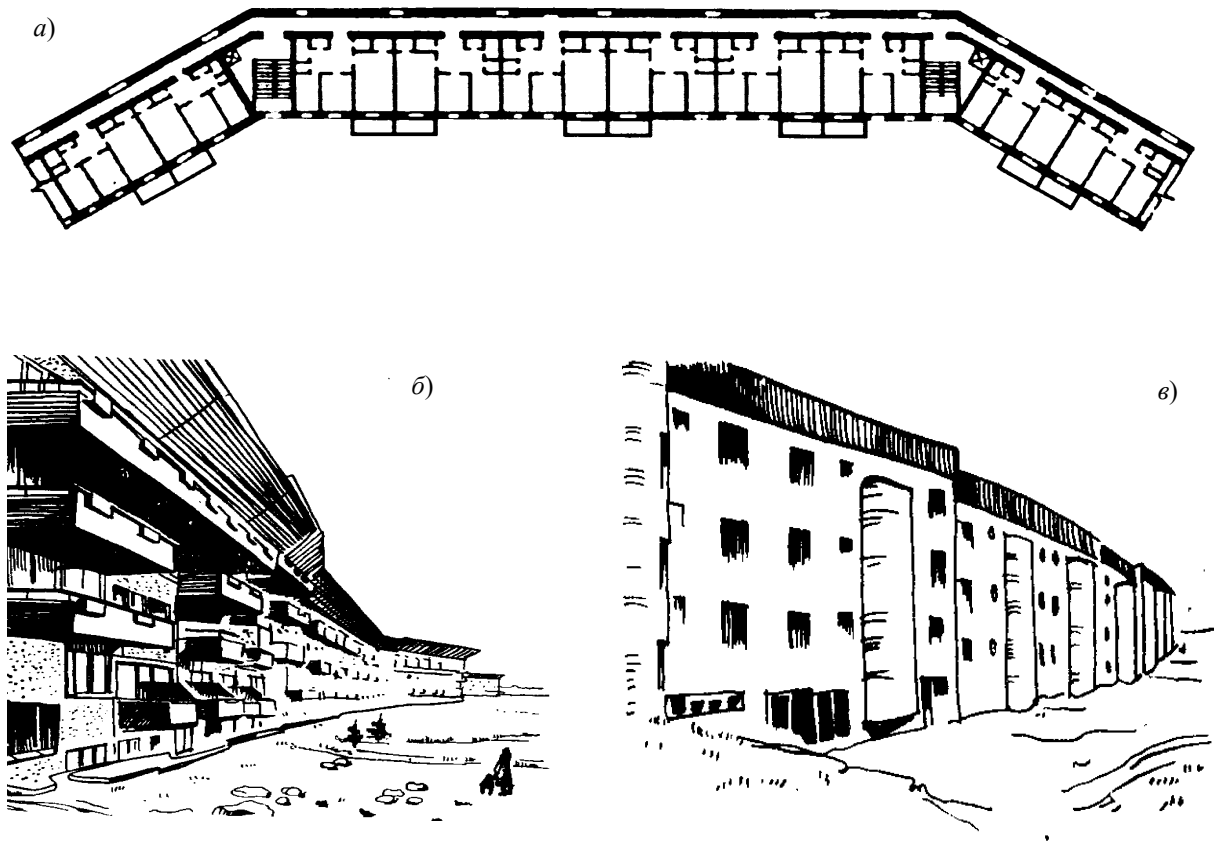


Рис. 2.41 – Вітрозахисні будинки

a – планувальна схема вітрозахисного будинку; *б, в* – зовнішній вигляд підвітряного та навітряного фасадів вітрозахисного будинку у м. Сваппаваара на півночі Швеції

У суворому кліматі, де переважає холодна погода, а сурова погода триває більше одного місяця, застосовується ізольований режим експлуатації архітектурних об'єктів. Планувальні схеми вирішення територій районів та мікрорайонів аналогічні до схем в умовах холодного клімату. Дуже важливо використовувати всі можливі заходи по захисту територій від вітру. Забудова має підвищену щільність.

У районах з вкрай суворим кліматом будівельні норми передбачають з'єднання житлових будинків теплими переходами з установами первинного обслуговування. Таке об'єднання всіх будинків у єдиний об'єм з можливістю проходу по теплим приміщенням знаходить все більше застосування у практиці проектування і будівництва (рис. 2.42, 2.43).

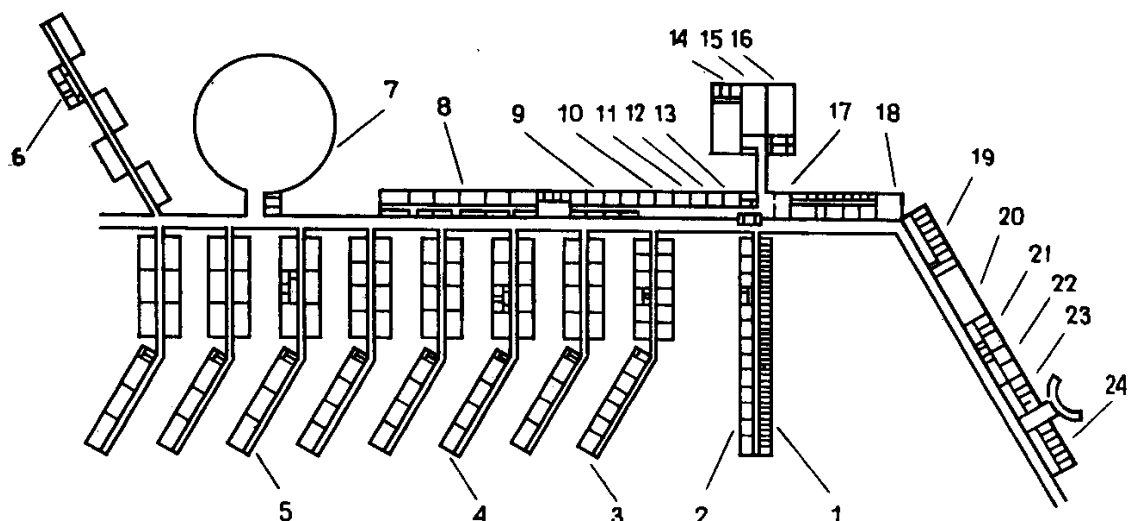


Рис. 2.42 – План поселення для безвітряного району в умовах суворого клімату (за [12])

1-3 – житлові комірки для самотніх та малосімейних; 4-6 – житлові комірки для багатосімейних; 7 – павільйон для прогулянок під час міцних холодів та вітрів; 8 – дитячий садок-ясла; 9 – школа; 10 – бібліотека; 11, 12 – кімнати для відпочинку та ігор; 14-16 – кінотеатр, спортивний зал, зимовий сад; 17 – кафе-їдальня; 18 – магазин; 19 – медичний пункт; 20 – приміщення для зберігання робочого одягу; 22 – пральня; 23 – побутові майстерні; 24 – адміністративні приміщення та транспортний павільйон

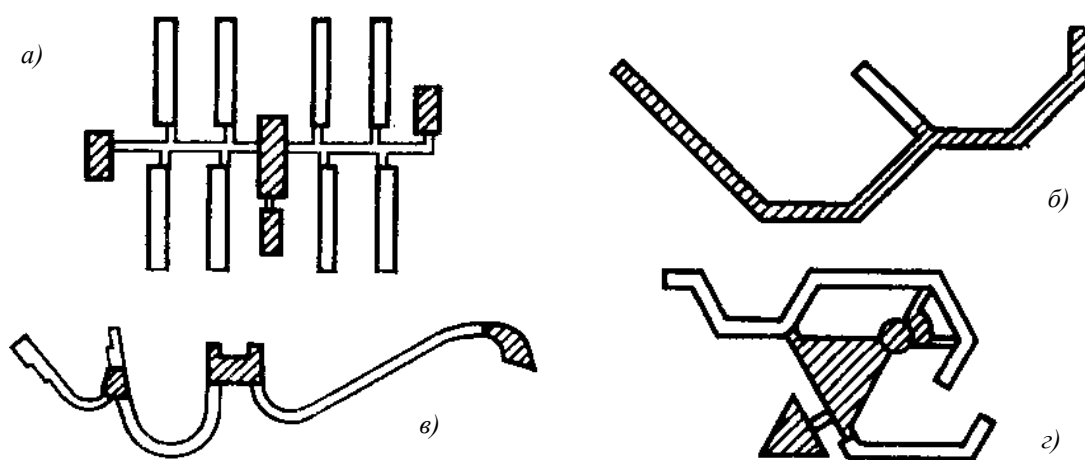


Рис. 2.43 – Приклади розміщення установ обслуговування у житлових комплексах у районах з суворим кліматом

a – Норильськ; *б, в* – Воркута; *г* – Удачний

У малоповерховому будівництві найбільш поширені максимально компактні двоповерхові будинки на кілька квартир. Вхід у будинок заглиблений у корпус, чи має зверху козирок. У будинках передбачається подвійний тамбур, а квартири згруповуються навколо світлого просторого холу, в якому і влаштовуються сходи на другий поверх. Цей хол має верхнє природне освітлення і використовується також як зимовий сад. Відкриті приміщення відсутні. Площа вікон повинна відповідати мінімальним нормам природного освітлення. Вікна проектується, як правило, глухими. Будинок повинен мати опалення

високої потужності. Дах – досить крутий, щоб зменшити снігові навантаження. Будинок треба піднімати на палах над поверхнею землі, щоб запобігти її прогріву та таїння вічно мерзлого ґрунту під будинку, що може призвести до виникнення деформацій (рис. 2.44).



Рис. 2.44 – Архітектурно-кліматична характеристика малоповерхового житлового будинку для районів з суворим кліматом

a – загальний вигляд; *б* – розріз; *в* – план першого поверху; *г* – план другого поверху; 1 – вікна житлових приміщень, що забезпечують мінімальну нормовану природну освітленість; 2 – вікна, що забезпечують природне освітлення холу зі сходами; 3 – скатний дах, що забезпечує захист від утворення снігового покриву на покритті; 4 – максимально компактна форму плану з широким корпусом, що забезпечує мінімальні тепловитрати; 5 – подвійний тамбур, що забезпечує додатковий захист від проникнення холодного повітря; 6 – заглиблений у корпус вхід у будинок, що зменшує можливість його снігозамету; 7 – пали, що підносять будинок над поверхнею землі, щоб запобігти таїння вічномерзлого ґрунту; 8 – канали, що забезпечують примусову припливно-витяжну вентиляцію приміщень з підігрівом та зволоженням повітря

Для багатоповерхового житла характерні об’ємно-планувальні вирішення аналогічні будинкам у холодному кліматі.

3 УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В АРХІТЕКТУРНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

Наведена в попередніх розділах теоретична інформація використовується при розробці курсової роботи з дисципліни «Будівельна фізика», розділ «Будівельна кліматологія».

Метою виконання курсової роботи є:

- закріплення знань, що отримані при вивченні теоретичного курсу «Будівельна фізика», розділу «Будівельна кліматологія»;
- опанування студентами-архітекторами навиків збору, узагальнення та аналізу кліматологічної інформації для заданого району будівництва завдяки використанню сучасної нормативної і довідкової літератури;
- сприяння розвитку у студентів творчого підходу в урахуванні природно-кліматичних умов в архітектурному проектуванні.

До завдання на курсову роботу входять вибір і оцінка кліматологічних характеристик території забудови, оцінка інсоляційного режиму території і приміщення, а також оцінка вітрового режиму території в межах червоної лінії забудови. Набір цієї інформації складас кліматичний паспорт міста.

Аналіз опорного генплану схеми забудови з урахуванням комплексної кліматичної оцінки сторін горизонту тут не розглядається, оскільки вказаний розділ виконується в межах курсової роботи з містобудування.

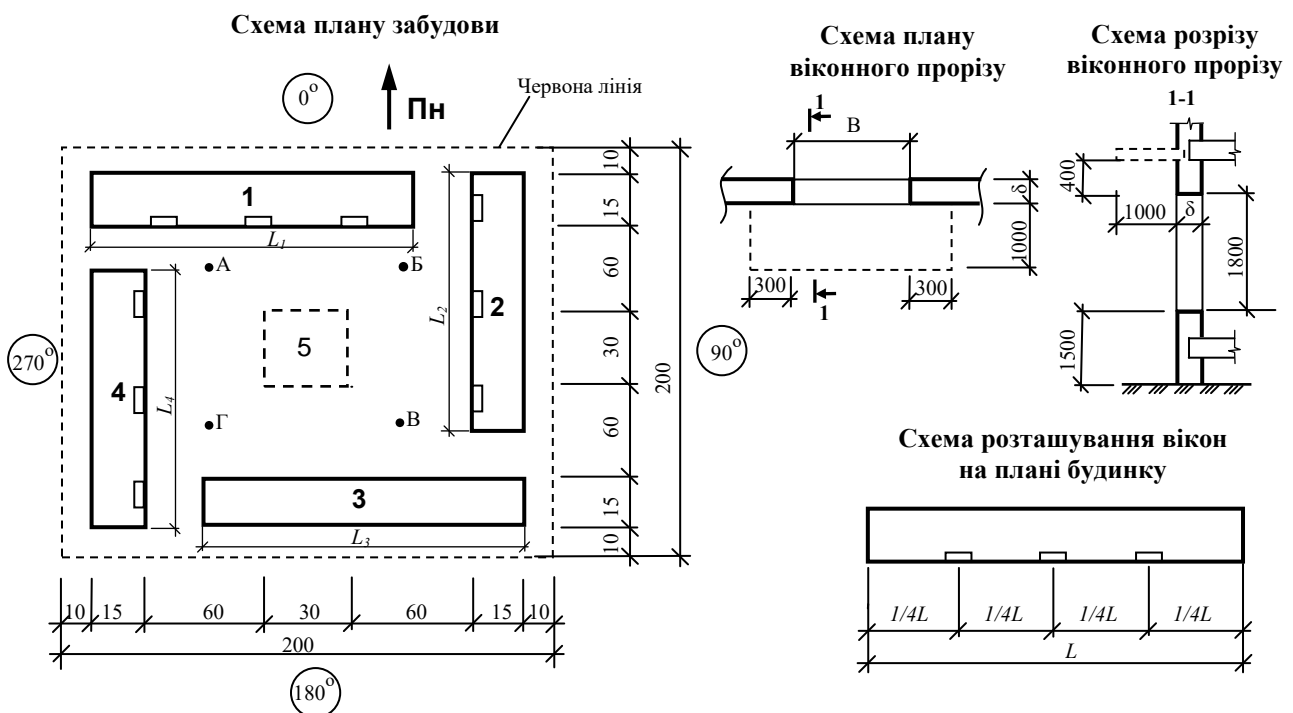
Вихідні дані для виконання розрахунково-графічної роботи з будівельної кліматології

Курсова робота виконується на основі завдання, де вказується місто, дається схема забудови з геометричними розмірами в плані і висотами будівель, даються геометричні розміри віконних отворів, їх місцезосташування в будівлі. Приклад завдання наведено на стор. 85. 86.

У разі відсутності або неповноти кліматологічних даних слід користуватися додатковими джерелами інформації або брати дані найближчого населеного пункту.

ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ

на розрахунково-графічну роботу з будівельної кліматології
студенту _____ гр. _____ місто _____



Вихідні дані:

Довжини будинків: $L_1 = 60; 80; 100; 120$ м; $L_2 = 60; 80; 100$ м; $L_3 = 60; 80$ м; $L_4 = 60; 80; 100$ м.

Висоти будинків: $H_1 = 15; 30; 45; 60; 75$ м; $H_2 = 15; 30; 45; 60; 75$ м; $H_3 = 15; 30; 45; 60; 75$ м;

$H_4 = 15; 30; 45; 60; 75$ м; $H_5 = 60; 75$ м.

Розміри вікна: ширина прорізу: $B = 1,2; 1,35; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4$ м; товщина стіни - $\delta = 0,4; 0,5; 0,6$ м.

Віконний проріз: Середина віконного прорізу розташована на плані (1-го, 2-го, 4-го) будинку (по центру; на $\frac{1}{4}$ від лівого/правого торця).

Напрямок дії вітру - $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$.

Примітки

- 1 У вихідних даних керівником вказуються розміри і F будинку, розміри та місце розташування вікна, напрямок дії вітру.
- 2 Точки А, Б, В, Г знаходяться на відстані 20 м від внутрішніх граней найближчих двох будинків.
- 3 Будинки 5 враховуються лише при ущільненні забудови в задачах 3.2, 3.3 та 3.4.

СКЛАД РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

1 Вибір і аналіз кліматичних характеристик (приклад виконання цього та інших пунктів див. [7]),

2 Аналіз поєднання кліматологічних характеристик

2.1 Встановлення типу погоди і визначення режиму експлуатації будинків

2.2 Оцінка літнього температурно-вологісного режиму

2.3 Оцінка температурно-вітрового режиму

2.4 Оцінка сторін горизонту за комплексом кліматологічних характеристик

3 Оцінка інсоляційного режиму території забудови і приміщення в нормативний період (з 22.03 до 22.09)

3.1 Визначення тривалості інсоляції в заданій точці **без ущільнення** забудови

3.2 Визначення тривалості інсоляції в заданій точці **з ущільненням** забудови

3.3 Визначення тривалості інсоляції приміщення першого поверху через віконний проріз без балкону **з ущільненням** забудови

3.4 Визначення тривалості інсоляції приміщення першого поверху через віконний проріз з балконом **з ущільненням** забудови

4 Оцінка аерації забудови (**без ущільнення**) при розрахунковому значенні швидкості вітру у січні.

Література

- 1 Коваленко П.П., Орлова Л.Н. Городская климатология: Учеб. пособие. – М.: Стройиздат, 1993. – 144 с.
- 2 Лицкевич В.К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 1988. – 288 с.
- 3 Елагин Б.Т. Учет лучистой энергии солнца в архитектуре: Учеб. пособие. – К.: НМК ВО, 1992. – 140 с.
- 4 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд, 2011. – 126 с.
- 5 ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 131 с.
- 6 Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. – М.: Стройиздат, 1985. – 170 с.
- 7 Тимофеев М.В., Сергейчук О.В., Шамрина Г.В. Комплексна оцінка кліматичних умов житлової забудови: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2015. – 125 с.

Дата видачі _____ Дата здачі _____ Керівник _____
 (підпис) (прізвище і, п/б.)

3.1 Кліматичний район місця забудови

Сучасна архітектурна діяльність ґрунтується на типологічних рішеннях для житлових будинків. В межах одного кліматичного району (підрайону) на стадії проектування приймаються типові об'ємно-планувальні та конструктивні рішення зовнішніх огорожень і будинків в цілому.

В курсовій роботі проводиться оцінка кліматичних умов для заданого району.

За архітектурно-будівельним кліматичним районуванням згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [36] територія України поділена на п'ять районів з двома підрайонами.

По рис. 1 [36] визначається номер кліматичного підрайону, а з таблиці 1 [36] виписуються відповідні кліматичні характеристики. Приклад інформації, що характеризує кліматичні умови в межах відповідного району, наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 3.1 - Приклад інформації щодо кліматичного району

Кліматичний район, підрайон	Температура повітря, °С				Кількість опадів за рік, мм	Відносна вологість в липні, %	Середня швидкість вітру в січні, м/с
	середня за		абсолютний мінімум	абсолютний максимум			
	січень	липень					
І – північно-західний	від -5 до -8	від 18 до 20	від -37 до -40	від 37 до 40	від 550 до 700	від 65 до 75	від 3 до 4

3.2 Кліматичні показники

3.2.1 Температурні показники

Температура характеризує взаємодію променистого тепла Сонця і теплового противипромінювання земної поверхні. Представляє собою міру кінетичної енергії руху молекул (атомів). Вимірюється у градусах Цельсія (°С), Кельвіна (К), Фаренгейта (°F) і т.п. В кліматології прийнята шкала Цельсія. Із кількості тепла, що поступає від Сонця, біля 14 % втрачається на нагрів повітря та 86 % - на нагрів поверхні Землі та уходить у космос. Температура повітря являється основною кліматичною характеристикою.

Спостереження за температурою дозволили встановити:

- періодичні коливання температури протягом доби, тижня, місяця і року;
- сталі зниження за висотою (0,6 °С на кожні 100 м);
- неперіодичні коливання в горизонтальних шарах атмосфери (циклони та антициклони);
- зниження середнерічної температури з південно-західного на північно-східний напрямок, що стосується тільки північної півкулі і не завжди відповідає істині.

По амплітуді коливань температури (різниці між максимальним та мінімальним значеннями) в добовому ході судять про зміни клімату місцевості.

В курсовій роботі для виконання п.1 завдання визначається і аналізується наступна інформація:

1. Температурні показники повітря в річному ході температури, які містяться в таблиці 2 [36]:

t_{zi} – середня місячна температура, °С;

$A_{t_{xp}}$ – середня амплітуда коливань температури по місяцях, °С;

$t_{зсп}$ – середня температура за рік, °С;

Z – тривалість опалювального періоду (із середньодобовою температурою ≤ 8 °С або ≤ 10 °С), доба;

$t_{o.n}$ – середня температура за опалювальний період, °С;

$Z_{тп}$ – тривалість періоду перегріву (із середньодобовою температурою ≥ 21 °С), доба;

$t_{m.n}$ – середня температура періоду перегріву, °С.

2. Початок (дата) і кінець (дата) опалювального періоду, що наведено в таблиці 3 [36]

3. Інформація зображується графічно (рис. 3.1). На графіку наносяться середньомісячні значення температур, які апроксимуються кривою лінією. Відмічаються періоди опалення та літній період, наводяться значення середньорічної температури. За графіком встановлюються періоди вологонакопичення та вологовіддачі.

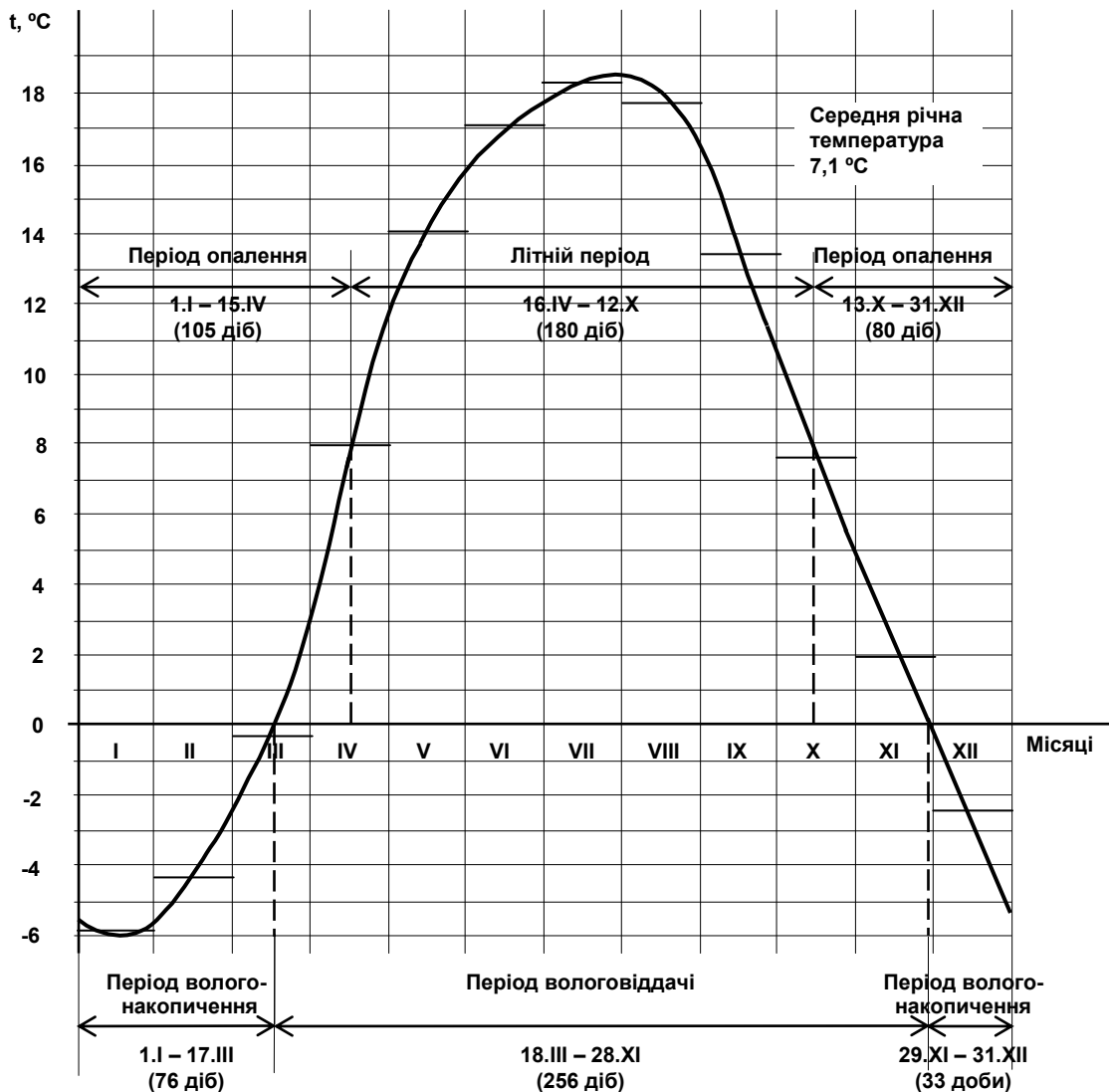


Рис. 3.1 – Приклад графіка зміни температур повітря по місяцях

3.2.2 Характеристики вітру

Внаслідок нерівномірного горизонтального розподілу тиску, обумовленого нерівністю температур в атмосфері, виникають вітри - переміщення повітряних мас по земній поверхні з області з великим в область з низьким тиском. Вітер поряд з температурою і вологістю є одним з головних кліматоутворюючих факторів, який обумовлює зміну погоди на місцевості.

Вітер характеризується двома основними показниками: напрямком руху повітря і його швидкістю. Напрямок (вектор) вказує ту сторону горизонту (румб), звідки дує вітер. В метеорології прийнято 16 румбів, найменування яких скорочено позначаються буквами українського або латинського алфавітів. Для містобудівельної аеродинаміки при попередній оцінці умов аерації досить інформації по 8 румбах.

Вітер, як векторна величина, характеризується напрямком, повторюваністю, % та швидкістю руху, м/с. Окремо фіксується штиль (визначається повторюваністю, %), коли швидкість вітру знаходиться в межах від 0 до 1 м/с.

Напрямок вітру та його швидкість є величини непостійні. Вітер майже завжди дме поривами. Пориви пов'язані з наявністю багатьох невеликих вихорів, що виникають в повітряному потоці і пересікають його в різних напрямках. Рухаючись поперек потоку, вихор створює з навітряного боку підпор повітряних мас, а із завітряного – розрядження. Пересуваючись далі, вихор звільняє місце для накопичених мас повітря і ті з силою вриваються у звільнений простір. Так людина відчуває порив вітру після деякого часу затишку. Оскільки таких вихорів виникає велика кількість, то вітер сприймається як безперервний пульсуючий рух повітря.

Спостереження за вітром здійснюються в системі національної гідрометеослужби. Стандартна висота флюгера становить 10 м від поверхні землі. Вимірюються наступні параметри:

- швидкість вітру (м/с) максимальна між строками вимірів (тобто, в останні 3 години)
- середня швидкість вітру за 10 хв. (як правило 45 – 55 хв. або 40 – 50 хв. останньої години перед строком);
- максимальна швидкість вітру в строк (тобто за ті 10 хв, коли вимірюється середня швидкість);
- середній напрямок вітру за 2 хв (градус, румб).

Районування території України за переважним напрямом вітру у січні та липні наведено на рисунках 4 та 5 [36].

З ростом висоти швидкість вітру зростає і змінюється його напрям. Останнє пов'язано з дією сил Коріоліса, за рахунок яких вітер у північній півкулі землі повертає вправо.

Існують два найбільш простих способи розрахунку швидкості вітру: по ступеневому та логарифмічному законам. На рисунку 3.2 приведено вид вертикальних профілів над характерними нерівностями або перешкодами земної поверхні.

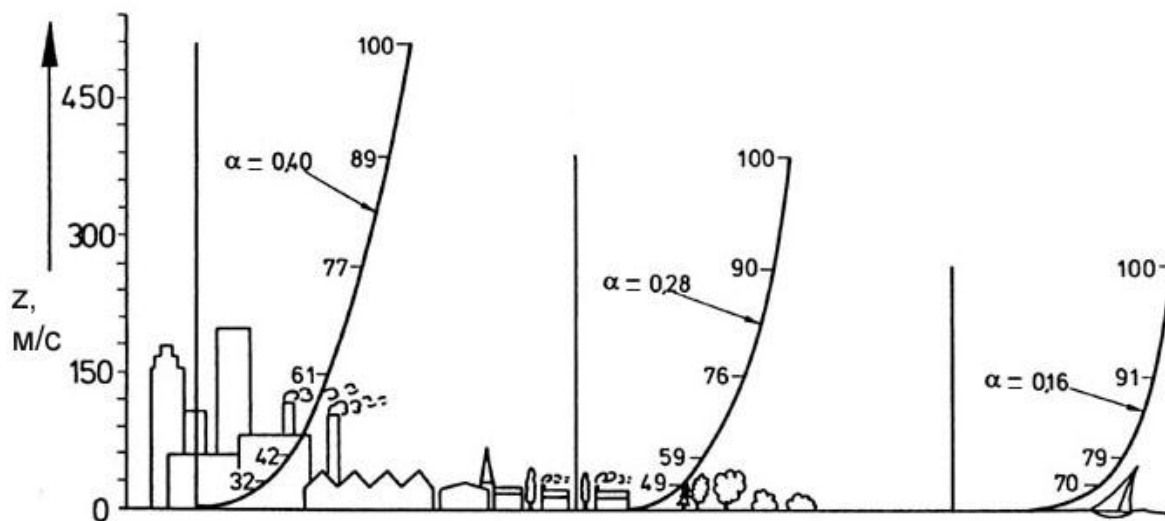


Рис. 3.2 - Профілі швидкостей над різними поверхнями (за [85])

Логарифмічний закон є більш точним на висотах до 100 ÷ 200 м, що цілком підходить для території міської забудови, і є лише частковим випадком більш загального ступеневого закону. Логарифмічний закон є слушним лише для адіабатичного стану атмосфери і при інверсіях цей закон повинен бути змінений на ступеневий закон.

Коли є інформація про середню швидкість \bar{u}_{ref} на будь-якій фіксованій висоті z_{ref} (флюгер метеостанції), то логарифмічний закон розподілу має вигляд:

$$\frac{\bar{u}_z}{\bar{u}_{ref}} = \frac{\ln\left(\frac{z-d_0}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}-d_0}{z_0}\right)}, \quad (3.1)$$

де \bar{u}_z - середня швидкість на висоті z , м/с;

z_0 - параметр шорсткості (висота, на якій швидкість дорівнює 0), м;

d_0 - товщина витискання повітряного потоку (складає біля 2/3 висоти перешкод), м.

В таблиці 3.1 наведені значення z_0 і d_0 для різних категорій територій, що прийняті в європейському стандарті [4].

Для ступеневого закону загально прийнятою є залежність наступного виду

$$\frac{\bar{u}_z}{\bar{u}_{ref}} = \left(\frac{z}{z_{ref}}\right)^\alpha, \quad (3.2)$$

де α - показник ступеню, останні позначення ті ж самі, що в формулі (2.1).

Величина показника ступеню α залежить від швидкості вітру і характеру місцевості (шорсткості підлеглої поверхні), над якою відбувається рух вітру.

В інженерних розрахунках прийнято три типу місцевості:

перший (А) – відкриті узбережжя озер і водосховищ, пустелі, степи, лісостепу, тундра, для котрих $\alpha = 0,16$;

другий (В) – міські території, лісні масиви і інші місцевості, що рівномірно вкриті перешкодами висотою більше 10 м, для котрих $\alpha = 0,22$;

третій (С) – місцевість з крупними елементами шорсткості (міські райони з забудовою будинками більшими 25 м), для котрих $\alpha = 0,33$.

Споруда вважається розташованою в місцевості даного типу, якщо місцевість зберігається з навітряного боку споруди на відстані $30h$ – при висоті споруди h до 60 м і 2 км – при більшій висоті. За кордоном прийнята інша класифікація територій та інші показники ступеню.

Таблиця 3.1 – Категорії територій та значення величин z_0 і d_0

Г	Категорія території	z_0 , м	d_0 , м
1	Центр міста, ліс	0,70	15 - 25
2	Маленькі міста Передмістя населених пунктів і міст Лісні масиви (багато дерев)	0,3	5 -10
3	Околиця маленьких міст Дерева Заміські території з великою кількістю перешкод	0,1	0 – 2
4	Відкриті території (за містом) з деякою кількістю дерев, перешкоди будинками, що стоять окремо, сільськогосподарські території, що обробляються	0,03	0
5	Луки з деревами, що стоять окремо	0,01	0
6	Море при екстремальному штормі (раз в 50 років) Рівнинна територія з короткою травою і без перешкод Територія злітно-посадкових смуг аеропортів	0,003	0
7	Море при екстремальному штормі (раз на рік) Сільськогосподарські території, що вкриті снігом Рівнина або пустеля Поверхня озер при екстремальному штормі	0,001	0

В курсовій роботі при виконанні п.1 завдання надається наступна інформація:

1. Переважний напрямок вітру, його повторюваність, % і середня швидкість вітру, м/с по місяцях, що містяться в таблиці 4 [36]. Приклад наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Приклад інформації про вітер по місяцях

Місто	Переважний напрямок вітру, його повторюваність, % Середня швидкість вітру, м/с											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Назва міста	$\frac{ПнС, 40}{5,2}$	$\frac{3,43}{4,2}$	$\frac{Пн, 25}{5,3}$	$\frac{ПнС, 27}{5,1}$	$\frac{ПдЗ, 40}{4,6}$	$\frac{Пд, 31}{3,2}$	$\frac{ПнЗ, 40}{5,2}$	$\frac{ПдЗ, 40}{4,7}$	$\frac{С, 35}{3,9}$	$\frac{ПдС, 33}{4,6}$	$\frac{3,40}{6,1}$	$\frac{Пн, 44}{6,2}$

2. Значення для восьми румбів, що містяться в таблиці 5 (січень) та таблиці 6 (червень) [36]:

- повторюваності напрямків вітру (чисельник граф 2 - 9), %;
- середньої швидкості вітру, м/с (знаменник граф 2 - 9);
- повторюваність штилів, %.

Приклад вибраних даних наведений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Приклад запису даних про вітер для січня і липня

Місто	Повторюваність напрямків вітру (чисельник), %, середня швидкість вітру по напрямках (знаменник), м/с								Повторюваність штилів, %
Назва міста	Січень								7
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
	$\frac{12}{5,2}$	$\frac{5}{4,0}$	$\frac{4}{4,9}$	$\frac{16}{5,5}$	$\frac{16}{5,8}$	$\frac{20}{5,9}$	$\frac{13}{5,1}$	$\frac{14}{5,0}$	
	Липень								7
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
	$\frac{14}{4,6}$	$\frac{18}{4,0}$	$\frac{6}{3,7}$	$\frac{8}{3,7}$	$\frac{8}{3,7}$	$\frac{14}{4,4}$	$\frac{15}{3,7}$	$\frac{17}{4,3}$	

3. Напрямок руху вітру із значенням максимальної (мінімальної) з середніх швидкостей за січень (липень) з повторюваністю $\geq 16\%$, за даними таблиць 5 і 6 [1] (або табл. 3.2). Такі напрямки вважаються розрахунковими для подальшої оцінки вітрового режиму території забудови.

4. Графічно зображуються рози вітрів (рис. 3.3) для січня і липня.

Будується роза вітрів наступним чином:

- в центральному колі довільного діаметру надається інформація про повторюваність штилю, %;
- проводяться концентричні кола (також у довільному масштабі) через 5%, що виступатимуть шкалою повторюваності;
- проводиться коло з повторюваністю 16%;
- на напрямках румбів відкладаються точки, відповідні значенням повторюваності.

Отримані точки з'єднуються відрізками;

- поряд з точками проставляються значення середніх швидкостей вітру, м/с;
- вказується розрахунковий напрямок вітру. Цифра швидкості, м/с, вказується в рамці.

5. Значення вітрового навантаження W_0 , Па, що містяться у Додатку Е ДБН В.1.1-2 [8]. Наприклад, для міста Донецька вітрове характеристичне навантаження становить $W_0 = 510$ Па.

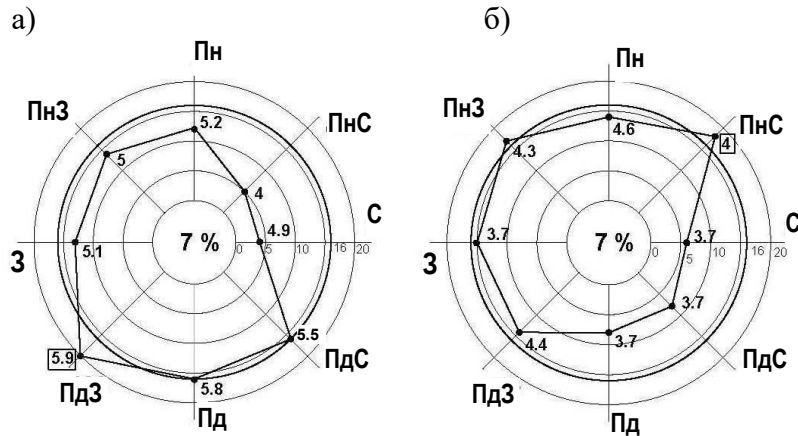


Рис. 3.3 - Приклад побудови рози вітрів: а – для січня, б – липня

3.2.3 Енергетична освітленість сонячної радіації

Електромагнітне і корпускулярне випромінювання Сонця в навколишнє середовище є сонячною радіацією. Поверхня Землі одержує від Сонця щорічно біля $20 \cdot 10^{20}$ кДж (або 1382 Вт/м^2 протягом години) променистої енергії.

Сонячну радіацію розподіляють на *пряму* (яка падає на землю паралельними променями від Сонця), *розсіяну* (що розповсюджується з усіх точок небосхилу) та *відбиту* від земної поверхні та оточення. Крім цього частина прямої і розсіяної радіації, що акумулюється земною поверхнею, утворює теплове випромінювання. В свою чергу атмосфера, що нагрілась за рахунок теплообміну з земною поверхнею, стає джерелом теплового випромінювання, що зветься *противипромінюванням* атмосфери.

Оптичний спектр сонячної радіації характеризується довжиною хвилі (1 нанометр = $1/10000$ мм) в інтервалі 300-3000 нм. Спектр підрозділяється на середньохвильове ультрафіолетове (280-320 нм), довгохвильове ультрафіолетове (320-400 нм), світлове (400-760 нм) та інфрачервоне (760-3000 нм) випромінювання. Особливе значення має ультрафіолетове випромінювання (*еритемне*), що має оздоровчу та антибактерицидну дію.

З п'яти різновидів променистої енергії прямої, розсіяної, відбитої, теплової і проти випромінювання атмосфери – три перші сконцентровані в короткохвильовій частині спектру (≤ 3000 нм), дві останні відносяться до довгохвильових (> 3000 нм).

Сонячне опромінення земної поверхні зветься *інсоляцією*. Тривалість інсоляції (її величина нормується) визначає комфорт або дискомфорт території забудови та приміщень. Окремо розглядається процес *інтермії* – підвищеного теплового випромінювання простору біля будинків. Особливо впливу інтермії дістають внутрішні кути будинків, які орієнтовані на південь.

В курсовій роботі при виконанні п.1 завдання надається наступна інформація:

1. З таблиць 14-17 [36] за широтою міста (широта приймається з округленням до 2°) вибирається необхідна таблиця.

2. Випиуються по годинах доби значення енергетичної освітленості сонячною радіацією (прямою і розсіяною), Вт/м^2 , що надходить в липні при ясному небі на вертикальні поверхні різної орієнтації та горизонтальну поверхню.

3. Вибирається максимальне (I_{max}) і середнє (I_{cp}) значення, як підсумок прямої та розсіяної енергетичної освітленості, що надходить на вертикальну поверхню західної орієнтації і горизонтальну поверхню, Вт/м^2 .

4. З таблиці 9 [36] випиуються значення сумарної сонячної радіації за опалювальний період, що поступає на вертикальні поверхні різної орієнтації та горизонтальну поверхню, МДж/м^2 .

Приклад запису даної інформації наведений в таблиці. 3.4.

Таблиця 3.4 - Сумарна сонячна радіація за опалювальний період

Місто	Одиниці виміру	Сумарна сонячна радіація за опалювальний період, (табл. 9, [36])								
		орієнтація								
		вертикальна								горизон- тальна
		Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
Назва	МДж/м ²	310	354	523	788	942	808	538	355	933

3.2.4 Вологість повітря. Гігрометричні величини

Повітря біля земної поверхні завжди містить в собі деяку кількість водяної пари, що і зумовлює його вологість. Процентне співвідношення водяної пари у атмосфері коливається від майже нуля до 4%. Зміст водяної пари у атмосфері оцінюється за допомогою *гігрометричних величин*, до яких, перш за все, відносяться: *парціальний тиск (пружність) водяної пари, абсолютна та відносна вологість*.

Водяна пара, як і всі інші гази, має пружність. Тиск водяної пари у фіксований момент часу має назву *дійсного парціального тиску (дійсної пружності) водяної пари*, чи просто *парціального тиску (пружності) водяної пари*, позначається через e та визначається у *гектопаскалях* (1гПа = 100 Па).

При фіксованих температурі й атмосферному тиску пружність водяної пари не може перевищувати деякого граничного значення E , яке має назву *тиску насиченої водяної пари*, чи *максимальної пружності водяної пари*. При фіксованому атмосферному тиску максимальна пружність водяної пари залежить тільки від температури повітря (рис. 3.4).

Абсолютна вологість повітря — це маса водяної пари у грамах в 1 м³ вологого повітря. Абсолютна вологість повітря позначається через a , і визначається у г/м³. Між пружністю водяної пари та абсолютною вологістю повітря існує залежність:

$$a = 217 \frac{e}{T}, \quad (3.3)$$

де e — дійсна пружність водяної пари, гПа; T — температура повітря, К.

Якщо повітря містить в собі водяної пари менше, ніж треба для насичення його при даній температурі, то ступень його наближення до стану насичення висловлюється відносною вологістю повітря.

Відносна вологість повітря f — це виражене у відсотках відношення фактичного тиску водяної пари e до тиску насичення E при існуючій температурі:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%. \quad (3.4)$$

З підвищенням температури тиск насичення збільшується, що веде до зниження відносної вологості. Температура повітря, при якій відносна вологість при незмінному атмосферному тиску стає рівною максимальній величини (100%), зветься *температурою* або *точкою роси* τ_p , °С. При зниженні температури нижче точки роси залишкова кількість вологи буде конденсуватися, переходячи до крапельно-рідинного стану. В природі це явище звичайно відбувається при зниженні температури в ранкові часи, особливо взимку, і веде до утворення туману.

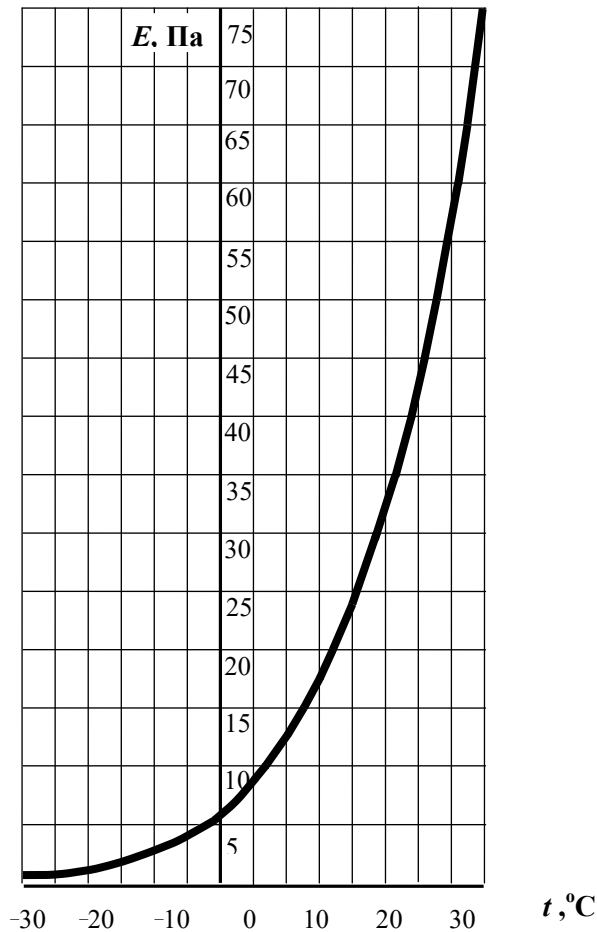


Рис. 3.4 – Залежність максимальної пружності водяної пари від температури повітря при нормальному атмосферному тиску

Нормальне відчуття людини відбувається при вологості повітря 30 ÷ 60%. При більшій вологості процес випарювання вологості з поверхні шкіри в повітря затрудняється і тепловий баланс порушується, що веде до неприємних відчуттів. При вологості менше 30% відбувається підвищене випарювання з поверхні шкіри і слизових оболонок, з'являється сухість в роті, на слизових оболонках очей і шляхах дихання.

Різниця $(E - e) = d$, що зветься *дефіцитом вологи*, характеризує ступінь вологості повітря.

В курсовій роботі при виконанні п.1 завдання надається наступна інформація:

1. З таблиці 24 [36] виписуються значення середньої місячної відносної вологості повітря, φ_{zi} , %. Дані поміщаються у вигляді, як це показано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Інформація про відносну вологість повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Відносна вологість φ_{zi} , %	88	69	78	67	67	56	57	61	78	77	79	82

2. Для січня обчислюється значення парціального тиску водяної пари зовнішнього повітря, e_{ze} , Па, за формулою

$$e_{ze} = 0,01\varphi_3 E_3, \quad (3.5)$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря, що відповідає значенню середньомісячної температури січня, приймається за Додатком А даного посібника.

3.2.5 Опади і сніговий покрив

Опади підрозділяються на рідинні та сухі. Данні про опади використовуються при розрахунках:

- зливової каналізації;
- водовідведення з покрівлі;
- снігового навантаження на будинки і споруди;
- снігопереносів на території забудови.

В курсовій роботі при виконанні п.1 завдання надається наступна інформація:

1. З таблиці 29 [36] виписуються по місяцях значення:

- кількість опадів, мм;
- наявність сніжного покриву, дні;
- кількість опадів за рік, мм.

2. З Додатку Е [86] виписується розрахункове значення снігового навантаження, що припадає на горизонтальну поверхню, S_o , Па.

Наприклад, у Донецьку снігове навантаження становить 1600 Па.

3.2.6 Хмарність

Конденсація водяної пари внаслідок зниження температури і накопичення її на деякій висоті від земної поверхні веде до утворення хмар. Кількість хмар, або *хмарність*, характеризуються ступенем (мірою) покриття небосхилу хмарами. Оцінка хмарності ведеться візуально по 10- бальній шкалі, в котрій 0 балів відповідає безхмарному небу, 10 балів повному покриттю небосхилу хмарами.

В курсовій роботі хмарність умовно не розглядається.

3.3 Типи погоди і режими експлуатації житла

В курсовій роботі при виконанні п. 2.1 завдання надається наступна інформація:

1. За рисунком 2.4 встановлюється тип погоди по місяцях. Використовуються кліматичні дані таблиць 2, 4 та 24 [36].

2. Вказуються засоби покращення мікроклімату прибудинкової території та засоби регулювання мікроклімату приміщень.

3.4 Літній температурно-вологісний режим місцевості

Поєднання температурних і вологісних показників впливають на відчуття людини в теплий період. Рисунок 3.5 демонструє характеристику погоди в літній період в залежності від названих кліматичних параметрів. Співставлення фактичних показників температури та відносної вологості з наведеними на рисунку 3.5 даними дозволяє визначити дефіцит або надлишок вологи. На графіку наведено верхні та нижні критичні значення відносної вологості повітря, що обмежують зону оптимуму. В цій зоні спостерігаються комфортні значення температури та вологості. Аналіз за графіком проводиться для літнього періоду року при температурах вище 8 °С.

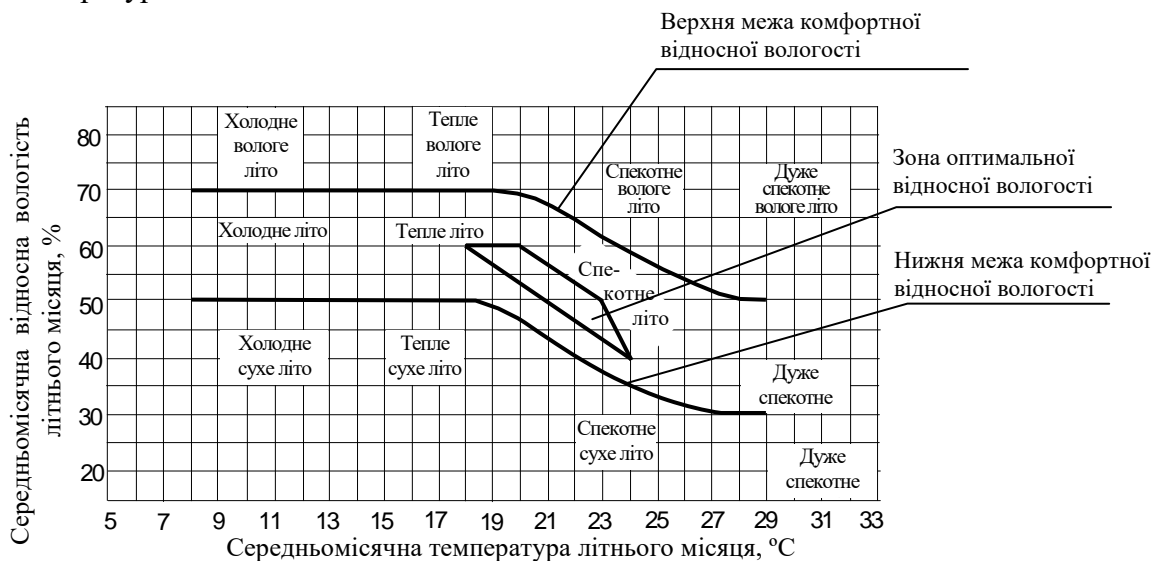


Рис. 3.5 - Графік визначення температурно-вологісної характеристики повітря в літній період

В курсовій роботі при виконанні п. 2.2 завдання надається наступна інформація:

1. З даних таблиці 2 [36] вибираються місяці, середня температура за які ≥ 8 °С, а з таблиці 24 [1] у вибраних місяцях – середня відносна вологість повітря, %.

Приклад запису вихідних даних наведений в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Вихідні дані оцінки літнього температурно-вологісного режиму

Місяць	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
показник							
$t_{зів}$, °С	9,5	16,1	20,6	23,1	22,4	17,5	11
$\varphi_{зів}$, %	78	72	69	65	66	72	79

2. На рис. 3.5 за значеннями температури у літній період визначається хід значень відносної вологості, що відповідає верхній та нижній межі комфортної вологості та зоні оптимальної вологості.

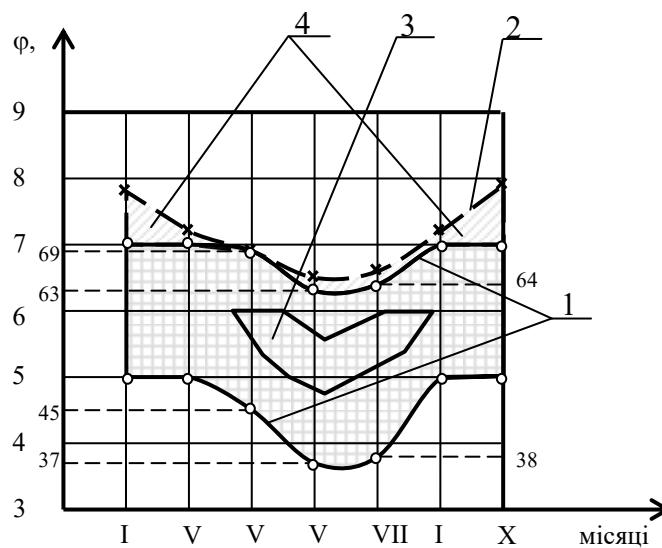


Рис. 3.6 - Графік характеристик відносної вологості повітря

1 – межі комфортної вологості; 2 – фактичні показники вологості; 3 – зона оптимальної вологості; 4 – зона перевищення вологості

3. Будується графік (рис. 3.6) температурно-вологісних характеристик для району будівництва. Для кожного місяця на шкалі відносної вологості з рисунка 3.5 вибираються значення нормативних показників, а з таблиці 3.7 – фактичних показників.

4. Дається характеристика температурно-вологісному режиму кожного місяця.

3.5 Температурно-вітровий режим місцевості

В будівельній кліматології використовується поняття *вітроохолодження*. Територія забудови оцінюється в умовних одиницях (H), що представляють собою сполучення температур і швидкості вітру за напрямками. Особливо неприємним для відчуття людини є сполучення з низькими температурами. Розрахунок показника вітроохолодження ведеться за формулою

$$H = (0,13 + 0,47\sqrt{u}) \cdot (36,5 - t_3), \quad (3.5)$$

де u - середнє значення швидкості по румбах, м/с;

t_3 – середньомісячна температура, °С.

Будується роза вітроохолодження і напрямок з максимальним значенням H вважається як несприятливий. Однак подібні оцінки виконуються, як правило, у наукових цілях. Це пояснюється ще й тим, що зимою низькі температури спостерігаються при невеликих швидкостях вітру.

Гігієністами встановлено наступні рубіжні поєднання швидкості вітру та температури повітря та їх характеристики:

- $\bar{u} \geq 4$ м/с і від'ємні температури – бажаний захист пішоходів від вітру;
- $\bar{u} \geq 5$ м/с і від'ємні температури - захист будинків від тепловтрат;
- при t_3 від -5 до -35 °С – допускаються короточасні прогулянки людей при вітрі від 3,5 до 0 м/с;
- при t_3 від 20 до 28 °С – вітер до 2,5 м/с є комфортним;
- при t_3 від 28 до 33 °С – вітер від 1 до 4 м/с є комфортним, необхідна аерація приміщень;
- при $t_3 > 33$ °С і $\varphi < 25$ % - вітер не дає полегшення і дратує.

В містобудівництві за даними К.І. Семашко [53] прийнята наступна шкала комфортних швидкостей:

- при t_3 від -15 до 10 °С – $\bar{u} = 0,6 \div 2,5$ м/с;
- при $t_3 > 10$ °С – $\bar{u} = 1 \div 3$ м/с.

В курсовій роботі при виконанні п. 2.3 завдання надається наступна інформація:

1. Для січня за формулою (3.5) розраховуються значення показника вітроохолодження. Для спрощення приймається середньомісячна температура для всіх напрямків дії вітру.
2. Будується роза вітроохолодження (рис. 3.7).
3. Вибирається несприятливий напрямок з максимальним значенням H . На рисунку 3.7 таким напрямком є південний схід із значенням $H = 61,82$.

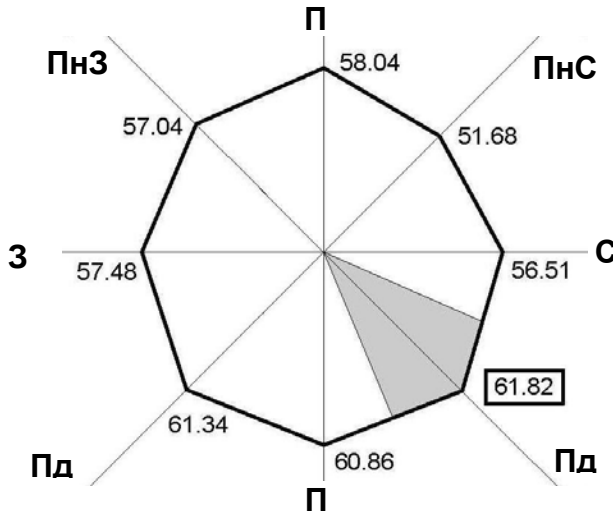


Рис. 3.7 - Приклад рози вітроохолодження

3.6 Оцінка сторін горизонту за комплексом кліматичних факторів

Для оцінки сторін горизонту за кліматичними показниками застосовуються два способи. Перший – по-факторний – враховує інсоляцію, вітрові характеристики та вітроохолодження. Другий спосіб – бальної оцінки – використовує бальну шкалу для характеристики сторін горизонту. Більш докладніше про ці способи йдеться в алгоритмах розрахунків, наведених далі.

В курсовій роботі при виконанні п. 2.4 завдання надається наступна інформація:

3.6.1 Пофакторна оцінка

1. Вказуються сектори горизонту за умовами інсоляції:

- заборонений через нестачу інсоляції сектор горизонту (для односторонньої орієнтації квартир, наприклад, таким є сектор на північ від 320° до 40°).

- несприятливий за умовами перегріву сектор горизонту (для II, IIIА, IIIБ, IV і V кліматичних районів України [36] сектор, що потребує обмеження інсоляції за рахунок використання сонцезахисних пристроїв, знаходиться в межах від 200° до 290°).

- сектор найсприятливіший за ультрафіолетовою радіацією (від 100° до 150°).

2. Вказуються розрахункові напрямки вітру в січні і липні.

3. Вказується несприятливий сектор горизонту по вітроохолодженню.

4. Дається графічне зображення у вигляді діаграми (рис. 3.8а) пофакторної оцінки сторін горизонту.

3.6.2 Бальна оцінка показників клімату за комплексом факторів

1. Оцінюється коло горизонту за **тепловим фоном** [82] з використанням шкали:

- Пн, ПнС, ПнЗ – 1 бал;
- ПдЗ – 2 бали;
- С, ПдС, Пд, З – 3 бали.

2. Оцінюється коло горизонту по впливу **сонячної радіації** [4]. По даним таблиці 3.8 кожному сектору присвоюється відповідна кількість балів.

Таблиця 3.8 - Оцінка кола горизонту по тепловому опроміненню сонячною радіацією в літній період (травень – серпень) [8]

Територія	Оцінка балів			
	1	2	3	4
На південь від 52° пн.ш.	ПнЗ – ПнС заборонений сектор для квартир однобічної орієнтації	ПдЗ	З, ПдС	Пд, С

3. Проводиться оцінка кола горизонту по **вітровому впливу** на основі узагальнених значень, запропонованих Г.К. Клімовою [82]:

- швидкість по румбу $w \leq 2$ м/с **комфортна** – 3 бали;
- швидкість по румбу $2 < w < 5$ м/с **задовільна** – 2 бали;
- швидкість по румбу $w \geq 5$ м/с **дискомфортна** – 1 бал.

З двох оцінок січня і липня виставляється найгірша і робиться позначка, до якого конкретно місяця вона відноситься. Дві співпадаючі оцінки ставляться як одна і не коментуються.

4. Підраховується абсолютна сума балів по румбах (може бути від 3 до 10);

5. За шкалою таблиці 3.9 встановлюється приведена сума балів по румбах і дається оцінка сторони горизонту.

Таблиця 3.9 - Шкала оцінок сторін горизонту

Можлива абсолютна сума балів по румбу	Приведена сума балів по румбу	Оцінка сектора
3	1	Найбільш несприятливий
4 – 5	2	Несприятливий
6	3	Мало сприятливий
7 – 8	4	Середньої сприятливості
9	5	Сприятливий з урахуванням захисту
10	6	Найбільш сприятливий

6. Дається графічне зображення бальної оцінки (рис.3.8б) у вигляді діаграми.

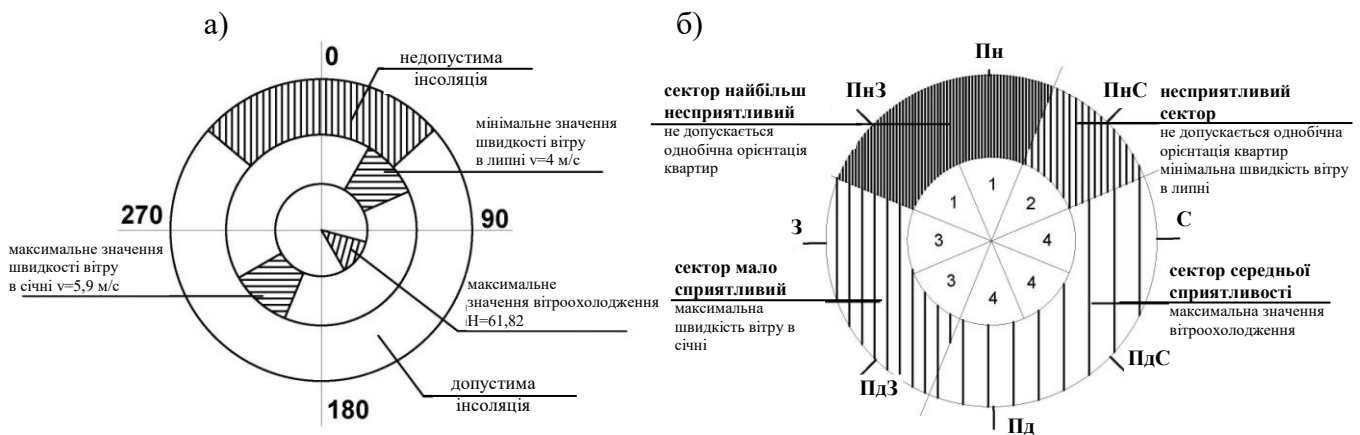


Рис. 3.8 - Приклад діаграм оцінки сторін горизонту:
а – пофакторної, б – бальної

3.7 Інсоляція території забудови і приміщень будинків

3.7.1 Загальні положення

Інсоляція (лат. insolatio, от insolo – виставляю на сонце) – опромінення поверхонь і простору сонячною радіацією – важливий фактор формування клімату. Правильне забезпечення інсоляції забудови і будинків позитивно впливає на стан здоров'я людини.

Дія інсоляції має подвійний характер, про що свідчить наведена в таблиці 3.10 інформація. Вона благотворна і економічно доцільна, тому необхідно забезпечити доступ сонячного світла у міські простори та інтер'єри будинків на всіх географічних широтах. До того ж може викликати перегрів, світловий дискомфорт, ультрафіолетову надвипромінюваність і надвитрати енергії на регулювання мікроклімату в будинках, що потребують захисту від неї.

Гігієнічно необхідно, щоб промені сонця крізь вікна проникали в житлові кімнати і опромінювали їх. Приблизно 3 – 4 години інсоляції дають людині мінімально необхідну профілактичну дозу опромінювання, яка дорівнює 1/8 – 1/10 еритемної дози, при оптимумі 1/4. Доведено, що звичайне одинарне скло пропускає ультрафіолетове випромінювання в межах 35 – 45% потоку.

Таблиця 3.10 – Позитивна та негативна дія інсоляції

Аспект дії інсоляції	Позитивний ефект	Негативний ефект
біологічний	загальнооздоровчий ефект (загар, виникнення вітаміну d, обігрів, сануючий ефект, покращення функцій зору при комфортних освітленості та контрастності освітлення)	фотохімічна токсичність газів в містах, надвипроміненість і канцерогенність, перегрів (загальний і місцевий) і світовий дискомфорт, руйнуюча дія на живу клітину, матеріали
психологічний	“сонячність освітлення”, динаміка розподілу яскравості і кольористості в полі зору, зв’язок з навколишнім простором	зниження активності і настрою при світловому дискомфорті і перегріву
естетичний	виявлення простору, форми, пластики, силуету і кольорових відношень, ритму елементів архітектури і “живописності” композиційних рішень	зниження сприйняття форми і відчуття насиченості кольору при надмірних яскравостях, погіршення кольору поверхонь
економічний	природне джерело додаткового обігріву приміщень, скорочення площі світлопрорізів, підвищення рівня праці і працездатності, скорочення витрат по оплаті листів непрацездатності	підвищення витрат на вентиляцію і кондиціонування повітря, зниження продуктивності праці і працездатності при тепловому і світловому дискомфорті

В таблиці 3.11 представлені рекомендовані та допустимі орієнтації кімнат за сторонами світу в будинках, розташованих в широтах на північ і на південь від 50° північної широти.

Таблиця 3.11 - Рекомендована та допустима орієнтація кімнат (за [8])

Житлові помешкання	Орієнтація кімнат			
	на південь від 50° пн. ш.		на північ від 50° пн. ш.	
	рекомендована	допустима	рекомендована	допустима
Спальні, дитячі Загальні кімнати Їдальні, гостьові, кабінети	Півд. Півд., Півд-Сх	Півд-Сх. Сх., Півн-Сх. Півн-Зах.	Півд., Півд-Сх. Півд., Сх., Півд-Сх.	Півд-Зах. Півн-Сх., Сх.

Для потреб найбільш ефективного використання благотворної дії сонячної радіації та обмеження негативного впливу введено нормування інсоляції. Високий бактерицидний ефект досягається при 2 – 4-х годинному безперервному опромінюванні культури кишкової палички на відстані 0,5 м від вікна на рівні столу. На засадах цих досліджень було встановлено, що критерієм оцінки інсоляції на даному етапі розвитку цієї науки є тривалість опромінювання сонячною радіацією в годинах.

Період з 22.03 до 22.09 є нормативним для оцінки інсоляції території забудови. Відповідно до діючих нормативних документів [8,87] тривалість безперервної інсоляції в житлових приміщеннях в період з 22 березня до 22 вересня повинна становити не менше 2,5 годин на добу. При цьому зазначена тривалість інсоляції повинна бути забезпечена в одно-, двох-і трикімнатних квартирах - не менше ніж в одній кімнаті; в чотири-і п'ятикімнатних - не менше, ніж у двох кімнатах. В умовах забудови 9-поверховими будинками і більше допускається одноразова переривчастість інсоляції житлових приміщень за умови збільшення сумарної тривалості інсоляції протягом дня на 0,5 год.

У житлових будівлях меридіонального типу, де інсолюються всі кімнати квартири, а також при реконструкції житлової забудови або при розміщенні нового будівництва в особливо складних містобудівних умовах (історично цінне міське середу, дорога підготовка

території, зона загальноміського та районного центру) допускається скорочення тривалості інсоляції приміщень на 0,5 години. Отже, безперервна інсоляція в житлових приміщеннях повинна становити не менше 2 годин, переривчаста - не менше 2,5 годин.

Розміщення і орієнтація основних функціональних приміщень дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, установ охорони здоров'я і відпочинку повинні забезпечувати безперервну тригодинну тривалість інсоляції протягом доби.

Нормативна тригодинна інсоляція повинна бути забезпечена на територіях дитячих ігрових, спортивних майданчиків житлових будинків, дошкільних закладів, шкіл, спортивної зони та зони відпочинку.

Згідно [88] рекомендовано до застосування три методи розрахунку тривалості інсоляції приміщень:

- метод інсоляційної лінійки;
- метод сонячної карти з використанням розрахункової точки (РТ);
- метод сонячної карти з використанням граничної поверхні (ГП).

Рисунок 3.9 пояснює алгоритм використання вказаних методів при розрахунках тривалості інсоляції.

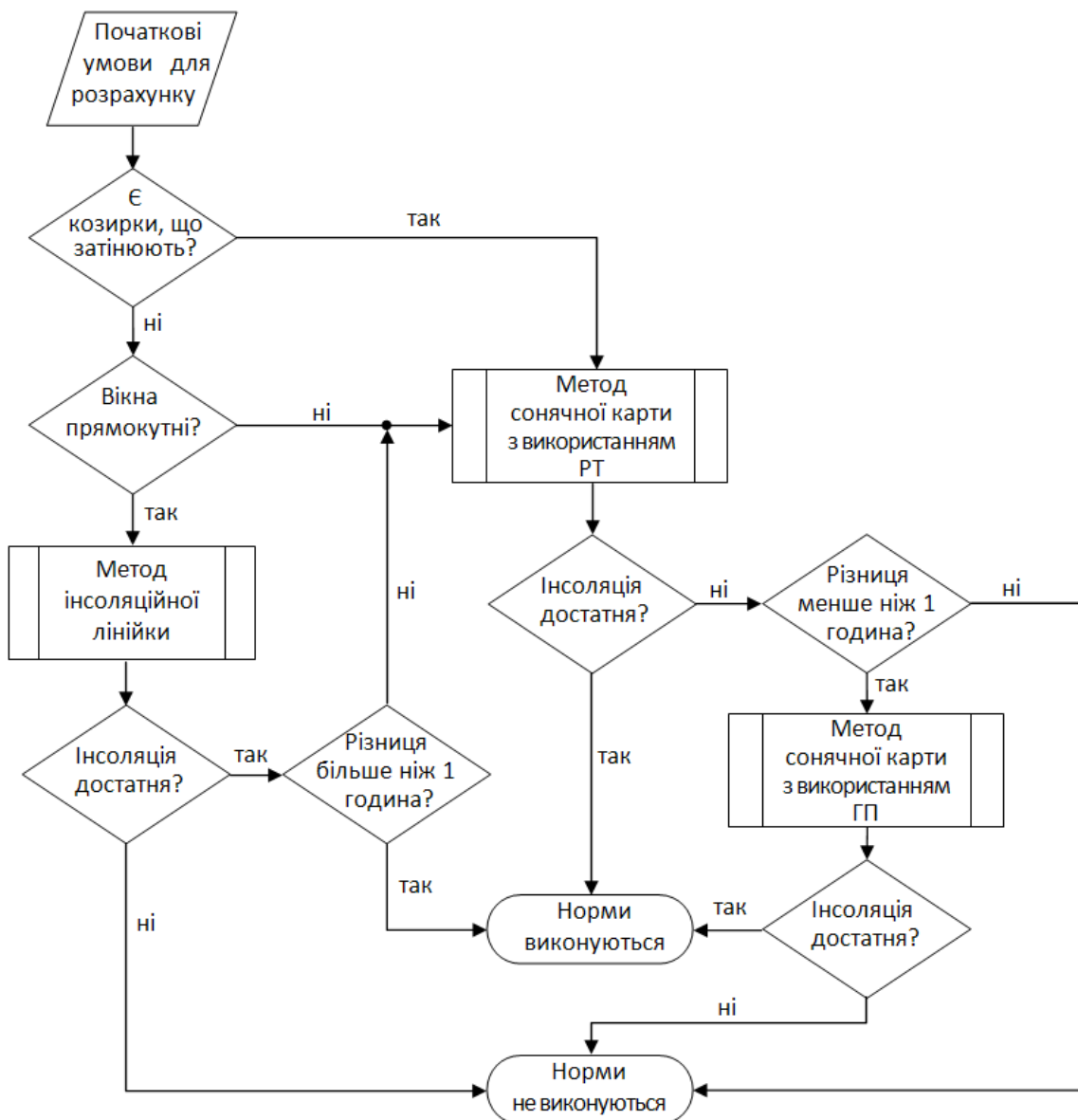


Рис. 3.9 – Алгоритм використання різних методів розрахунку тривалості інсоляції

Спеціальні терміни та визначення понять, що пов'язані з інсоляційними розрахунками, наведено в Додатку Б.

В Україні інсоляційні лінійки (інсоляційний планшет), які можуть використовуватись як інструмент інженерного розрахунку в реальному проектуванні, побудовані для кожного цілого градуса від 45° до 52° і приведені в Додатку А [88]. Для конкретного місця розрахунку беруть найближчу інсоляційну лінійку залежно від географічної широти. Масштаб інсоляційної лінійки повинен збігатись з масштабом генплану.

3.7.2 Визначення тривалості інсоляції в точці на території забудови

При проектуванні генеральних планів забудови виникає необхідність у визначенні умов інсоляції території. Основною задачею при цьому є розрахунок тривалості інсоляції або затінення визначеної ділянки території, а також фасадів будинків. виявляються умови затінення протилежними будинками і знаходяться прийнятні відстані між ними. Тривалість інсоляції території забудови визначається за методом інсоляційної лінійки і РТ.

В курсовій роботі для виконання п. 3.1 і 3.2 завдання визначається тривалість інсоляції в заданій точці без ущільнення і з ущільненням забудови (з урахуванням будівлі за номером 5) за допомогою інсоляційної лінійки.

Порядок рішення

1. На схему генплану забудови накладається інсоляційна лінійка відповідного масштабу (в прикладі прийнято масштаб М1:500). Точка Б на території забудови поєднується з точкою О інсоляційної лінійки (рис. 3.10). Фіксується північний напрям.

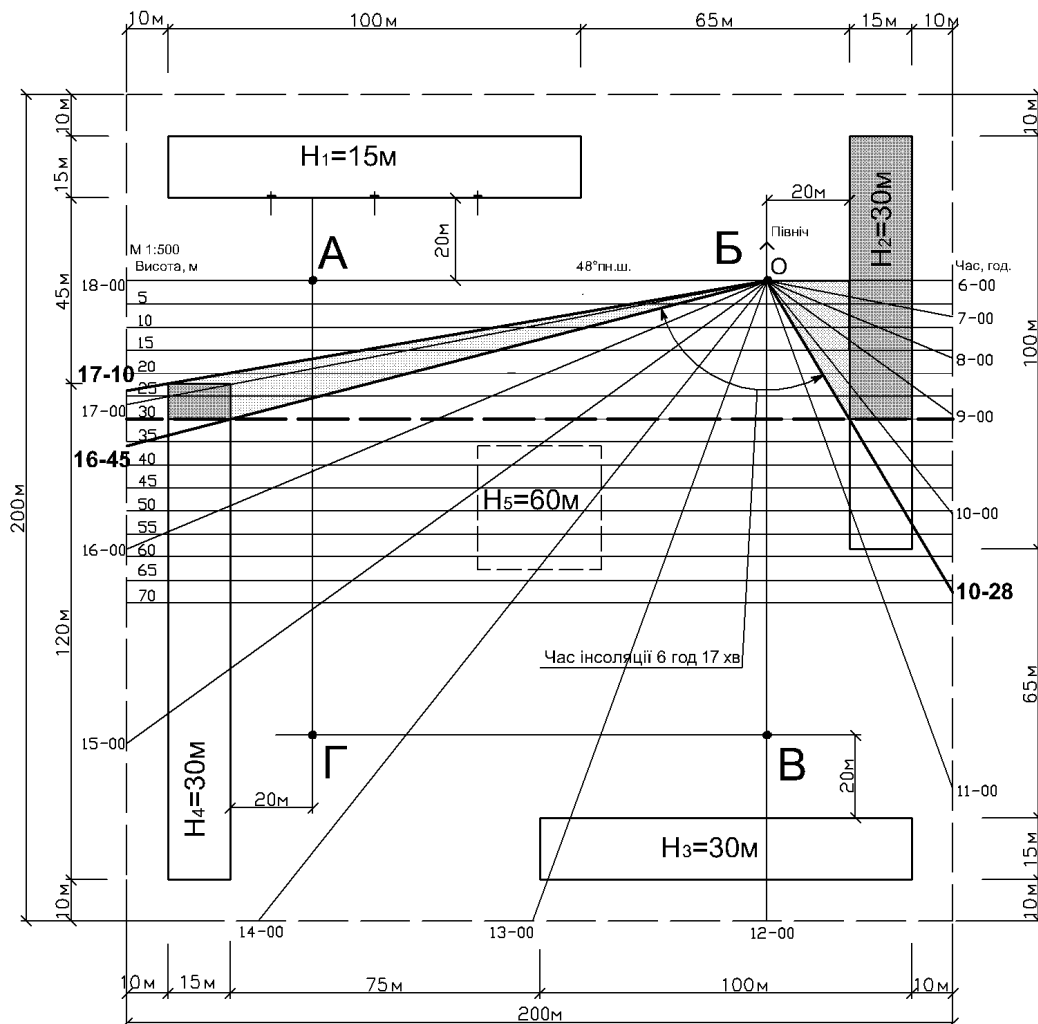


Рис. 3.10- Приклад визначення тривалості інсоляції території забудови в точці Б

2. Через будівлі висотою H_2 і H_3 , проводиться горизонталь 30, що відповідає їх висоті. Частина будівель вище горизонталі 30, що затінюють точку Б, заштриховують. Так само роблять з будівлею висотою $H_5 = 60$ м в прикладі з ущільненням забудови, проводячи горизонталь 60, що відповідає її висоті (рис. 3.11). Частина будівлі, що затінює розрахункову точку Б, також заштриховують. Оскільки будівля висотою $H_1 = 15$ м розташована північніше точки Б, то вона не розглядається.

3. Проводяться лінії, що поєднують точку Б з крайніми точками будівель, що лежать на горизонталі 30, і крайніми точками будівлі, що лежать на горизонталі 60 (для прикладу з ущільненням забудови).

4. Визначається час затінення точки Б.

В прикладі без ущільнення затінення спостерігається з 6^{00} до 10^{28} години ранку і потім знов триває з 16^{45} до 18^{00} години вечора.

В прикладі з ущільненням затінення спостерігається з 6^{00} до 10^{28} години ранку, потім триває з 13^{35} до 15^{30} та з 16^{45} до 18^{00} години вечора.

5. Визначається розрахункова тривалість інсоляції точки Б. При визначенні слід мати на увазі, що першу годину після сходу Сонця з 6^{00} до 7^{00} і останню перед заходом Сонця з 17^{00} до 18^{00} в розрахункову тривалість інсоляції не враховують.

В прикладі без ущільнення інсоляція починається о 10^{28} і закінчується о 16^{45} годині. Таким чином, розрахункова тривалість інсоляції становить 6 годин 17 хвилин.

В прикладі з ущільненням інсоляція переривчаста. Перший період починається о 10^{28} і триває до 13^{35} , тривалість інсоляції становить 3 години 7 хвилин. Потім починається другий період з 15^{30} і закінчується о 16^{45} годині, тривалість інсоляції становить 1 годину 15 хвилин. Сумарно тривалість складає 4 години 22 хвилини.

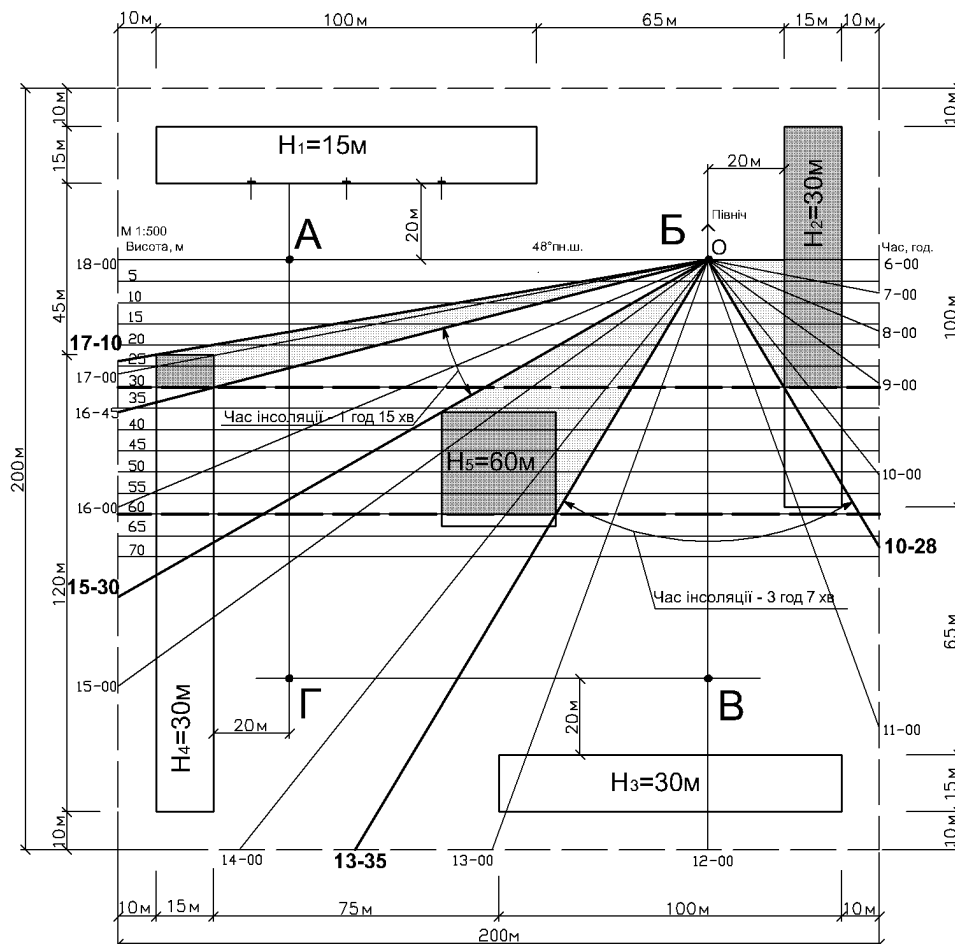


Рис. 3.11 - Приклад визначення тривалості інсоляції території в точці Б з ущільненням забудови

3.7.3 Оцінка умов інсоляції приміщення

Найбільш універсальним методом розрахунку тривалості інсоляції приміщень є розрахунок за допомогою сонячної карти по методу граничної поверхні (ГП) [88]. Однак він є і найбільш трудомістким. Тому в залежності від складності завдання рекомендується використовувати різні методи розрахунку тривалості інсоляції приміщень (див. рис.3.9), виходячи з наступного.

Для кімнат з прямокутними вікнами висотою, що перевищує товщину стіни, які не затінюються козирками, розрахунок тривалості інсоляції достатньо проводити з використанням **інсоляційної лінійки** для першого і останнього дня розрахункового періоду – 22 березня і 22 вересня. Виконання нормативних вимог у ці дні в більшості випадків гарантує їх виконання протягом усього розрахункового періоду на всій території України.

Винятком із цього становища є випадок, коли приміщення інсолюються з ділянки неба, розташованого між двома або більше висотними будинками. У цьому разі виконання норм інсоляції 22 березня і 22 вересня не гарантує їх виконання в інші дні нормативного періоду інсоляції. Інсоляційний режим такого приміщення можна вважати задовільним у разі, коли тривалість інсоляції, що розрахована за допомогою інсоляційної лінійки, перевищує нормативну більш ніж на 1 годину.

Для всіх інших випадків розрахунок слід виконувати з використанням **сонячної карти**. При цьому розрахунок за **методом розрахункової точки (РТ)** оцінює достатні умови, а за **методом граничної поверхні (ГП)** – необхідні умови, тобто незначне невиконання нормативних вимог по методу РТ не завжди означає незадовільний інсоляційний режим приміщення. У цьому випадку остаточне визначення тривалості інсоляції приміщення може бути проведено за допомогою методу ГП.

3.7.3.1. Оцінка умов інсоляції приміщення через віконний отвір за допомогою інсоляційної лінійки

Розрахунок тривалості інсоляції виконується в розрахунковій точці (РТ). Її розташування згідно п.7.4 [88] приймається в центрі вікна приміщення, для якого проводиться оцінка умов інсоляції.

Розрахунок тривалості інсоляції приміщення за допомогою інсоляційної лінійки виконується в такій послідовності:

- визначається **горизонтальний кут інсоляції α** на плані приміщення з урахуванням вертикальних екрануючих елементів світлопрорізу (рис. 3.12);
- інсоляційна лінійка орієнтується по сторонах горизонту відповідно до орієнтації генплану і поєднується з генпланом так, щоб полюс графіка (точка, де збігаються сонячні промені), співпадав з РТ;
- у межах горизонтального кута інсоляції α визначаються сектора затінення протилежними будівлями та поверхнею рельєфу;
- розрахункова тривалість інсоляції визначається в розрахунковий період з 7⁰⁰ до 17⁰⁰ як різниця між тривалістю інсоляції в межах горизонтального кута інсоляції та тривалістю затінення протилежними будівлями та рельєфом.

Гігієнічний норматив інсоляції вважається виконаним, якщо тривалість інсоляції будь-якого окремого періоду інсоляції не менше нормативної тривалості безперервної інсоляції, або розрахункова тривалість переривчастої інсоляції не менше ніж на 0,5 год перевищує нормативну тривалість безперервної інсоляції.

В курсовій роботі для виконання п. 3.3 завдання необхідно за допомогою методу інсоляційної лінійки визначити відповідність нормативним вимогам тривалості інсоляції приміщення першого поверху через віконний проріз без балкону.

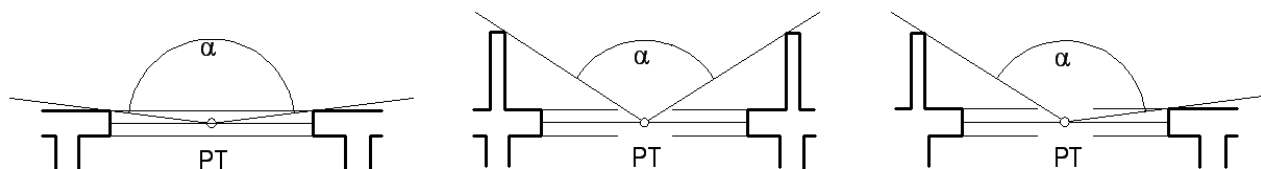


Рис. 3.12 - Визначення горизонтального кута інсоляції в прямокутних вікнах

Порядок рішення

Згідно завдання треба розрахувати тривалість інсоляції приміщення в будинку 1, що має вікно прямокутної форми в вертикальній стіні і розміщується на $\frac{1}{4}$ від правого торця будинку. Ширина прорізу прийнято за завданням 1,5 м. Вікно затінюється трьома будинками, висота яких за завданням становить $H_2 = 45$ м, $H_4 = 60$ м та $H_5 = 75$ м.

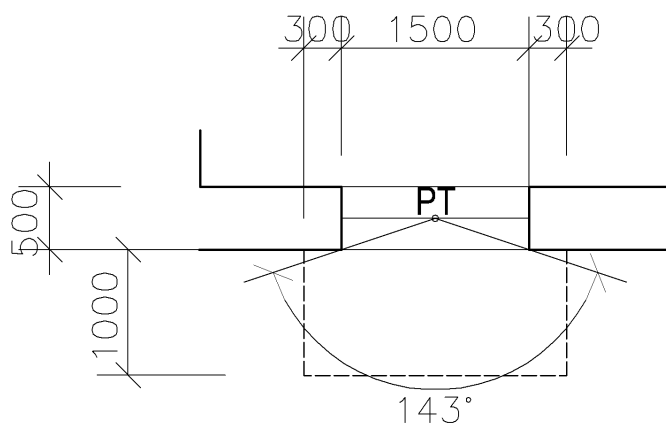


Рис. 3.13 Визначення горизонтального кута інсоляції

1. Визначається горизонтальний кут інсоляції приміщення α , що становить 143° (рис. 3.13).
2. Поліс інсоляційної лінійки поєднується з розрахунковою точкою у вікні, що прийнято для розрахунку (рис. 3.14).
3. При визначенні тривалості інсоляції в межах горизонтального кута інсоляції встановлено, що:
 - будинок 2 перетинається горизонтальною площиною з відміткою $H_2 = 45$ м, тому затінювати РТ буде частина будівлі, що розташована між горизонталлю 45 і РТ в межах горизонтального кута інсоляції;
 - будинок 3 розташований далі від РТ, ніж горизонталь 30, що відповідає висоті цього будинку, тому будинок 3 не затіняє РТ;
 - будинки 4 і 5 перетинаються горизонтальними площинами з відповідними відмітками $H_4 = 60$ м і $H_5 = 75$ м, тому затінювати РТ будуть лише частини будівель, розташовані між відповідними горизонталлями 60 і 75 та РТ в межах горизонтального кута інсоляції.
4. Результати розрахунку тривалості інсоляції приміщення наводяться в табличній формі (табл. 3.12).

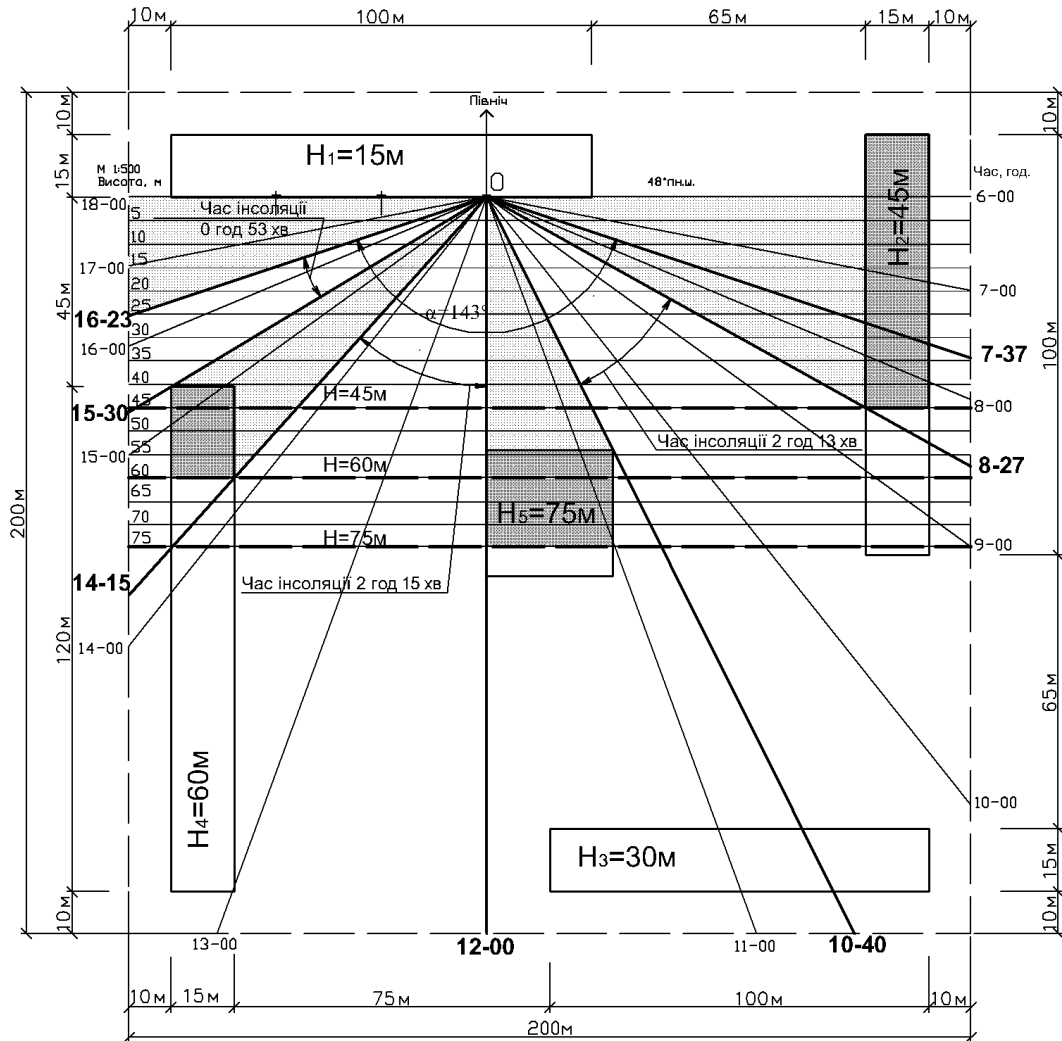


Рис. 3.14 - Приклад розрахунку тривалості інсоляції приміщення через світлопроріз за допомогою інсоляційної лінійки

Таблиця 3.12 - Визначення розрахункової тривалості інсоляції приміщення

Характеристики розрахункової інсоляції, год							Гігієнічний норматив інсоляції, год
початок	кінець	перерва		тривалість			
				загальна	розрахункова	найбільша безперервна	
8 ²⁷	16 ²³	$\frac{10^{40} - 12^{00}}{1^{20}}$	$\frac{14^{15} - 15^{30}}{1^{15}}$	5 ²¹	4 ²⁸	2 ¹⁵	3 ⁰⁰

5. Гігієнічний норматив інсоляції вважається виконаним, якщо тривалість інсоляції будь-якого окремого періоду інсоляції не менше нормативної тривалості безперервної інсоляції, або розрахункова тривалість переривчастої інсоляції не менше ніж на 0,5 год перевищує нормативну тривалість безперервної інсоляції, тобто повинна бути 3 год. Слід мати на увазі, що згідно прим. до п.3.27.4 [88] якщо інсоляція переривається більше ніж один раз, то за розрахункову тривалість інсоляції беруть суму тривалості двох найбільших періодів інсоляції. Для даного прикладу тривалість безперервної інсоляції 2 год 15 хв не відповідає нормативним вимогам, а розрахункова переривчаста, що складає 4 год 33 хв – перевищує норму на 1 год 33 хв.

3.7.3.2. Оцінка умов інсоляції приміщення через віконний отвір за допомогою сонячної карти за методом розрахункової точки

Розрахунок тривалості інсоляції із застосуванням сонячної карти за методом розрахункової точки (РТ) дозволяє проаналізувати інсоляційний режим приміщень і територій протягом будь-якого дня року з урахуванням будь-яких затінюючих РТ елементів довільної форми, балконних плит, козирків, інших сонцезахисних пристроїв, оточуючих будинків і рельєфу. Виконання нормативних вимог для кожного дня періоду року з 22 березня до 22 вересня є достатньою умовою виконання інсоляційних норм.

В Україні використовуються сонячні карти, побудовані для кожного цілого градуса з 45° до 52° пн. ш. [88]. Вибір розрахункової сонячної карти проводиться для міста, визначеного завданням.

За цим методом у кожній вертикальній площині, що проходить через РТ в межах горизонтального кута інсоляції, визначається **вертикальний кут інсоляції** і **вертикальний кут затінення** сусідніми будівлями, які застосовуються для побудови поєданої тіньової маски світлопрорізів.

РТ в світлопрорізах загального положення приймається у вертикальній січній площині, перпендикулярно серединній поверхні світлопрорізу в його центральній точці, як точка перетину серединної поверхні і променя, який обмежує вертикальний кут інсоляції нижній внутрішньої точки перетину світлопрорізу його екрануючими елементами (рис. 3.15а). Приклади розташування РТ для деяких типів світлопрорізів у вертикальних стінах показані на рисунку 3.15 б,в.

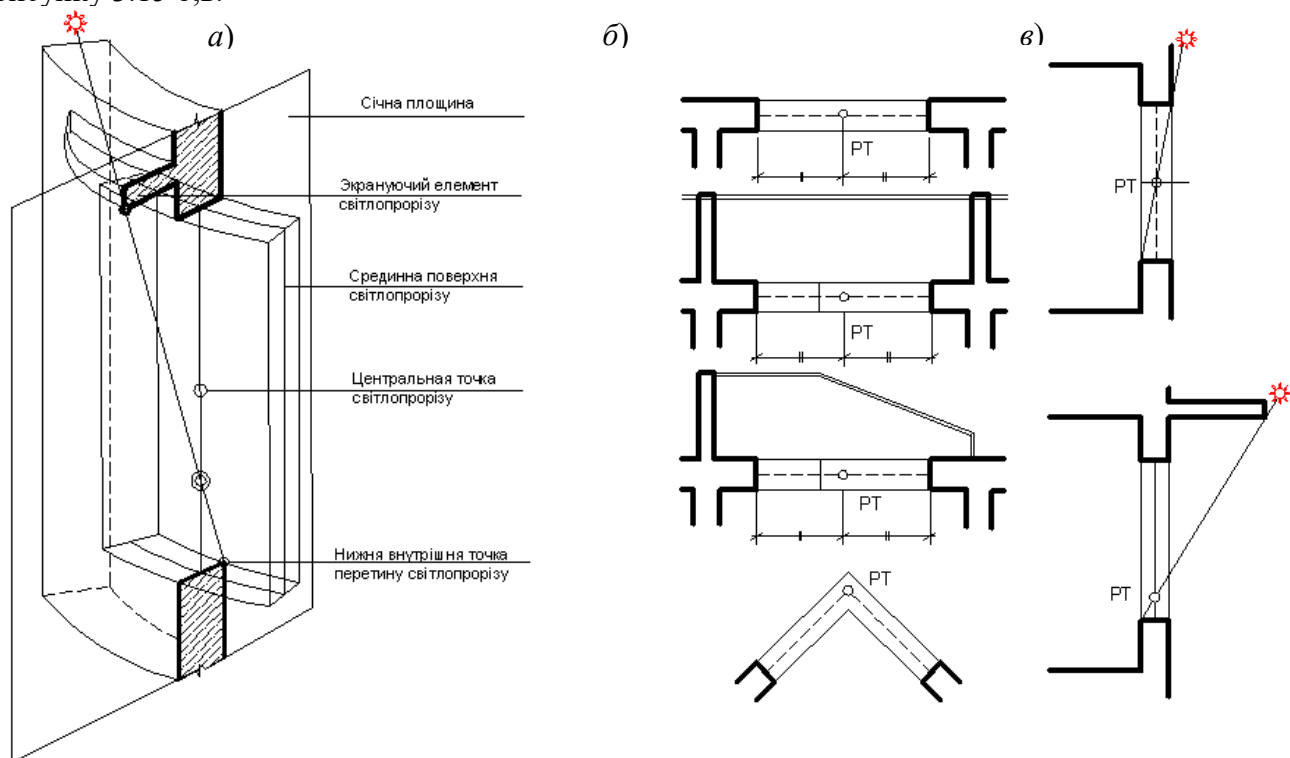


Рис. 3.15 - Розташування розрахункових точок для різних типів світлових прорізів

а – в світлопрорізах загального положення; б – на плані у вертикальних стінах; в – на розрізі у вертикальних стінах

Горизонтальний кут інсоляції в світлопрорізах, розташованих у вертикальних стінах, визначається з урахуванням розташованих з боків світлових прорізів вертикальних екранів (стінки лоджій, пілони, вертикальні сонцезахисні пристрої тощо, рис. 3.13).

Розрахунок тривалості інсоляції за допомогою сонячних карт за методом РТ виконується в такій послідовності:

1. У межах **горизонтального кута інсоляції**, на плані віконного прорізу визначаються напрями, за якими в подальшому визначатимуться **вертикальні кути інсоляції** приміщення через світлопроріз, а на генплані - **напрямки**, за якими визначатимуться **кути затінення** від оточуючих будівель. Необхідна кількість таких напрямків залежить від форми світлопрорізів, елементів, що затінують, і протилежних будинків. Їх повинно бути достатньо для коректної побудови тінювих масок світлопрорізу і навколишньої забудови.

При побудові **тінювої маски світлопрорізу** обов'язково треба проводити вертикальні площини через точки зламу форми зовнішнього отвору світлопрорізів, балконної плити, козирка і т.п. На цих напрямках будуть знаходитися точки зламу тінювої маски світлопрорізів.

При побудові **тінювої маски затінення** сусідніми будинками напрямки проводяться через роги будинків, які видно з розрахункової точки. Ці напрямки будуть визначати кути затінення та точки зламу тінювих масок сусідніх будинків.

2. Між точками зламу форми затінюючих елементів необхідно прийняти **додаткові точки** для уточнення форми тінювої маски:

- на прямолінійних ділянках елементів необхідно взяти тільки по одній додатковій точці;

- на криволінійних ділянках елементів достатньо взяти три додаткові точки для побудови на тінювій масці плавної дуги.

Через додаткові точки також проводяться напрями до РТ. Так утворюються дві множини напрямків: **А, Б, В, ...** призначені для визначення форми **тінювої маски світлопрорізу** і **1, 2, 3, ...** призначені для визначення **тінювої маски оточення**.

3. **Вертикальний кут інсоляції** у довільному напрямі визначається наступним чином (рис. 3.16):

- за напрямом **і** проводиться вертикальна півплощина;
- будується схематичний переріз цією півплощиною світлопрорізу та екрануючих елементів, що розташовані біля нього та його затінують;

- на перерізі проводиться дотична з РТ до контуру затінення світлопрорізу;

- якщо з розрахункової точки зеніт спостерігається, то **вертикальний кут інсоляції** β_i - це кут між вертикаллю і дотичною, якщо не спостерігається, то β_i - кут між горизонталлю і дотичною (рис. 3.16).

4. **Вертикальний кут затінення оточення** для довільного напрямку **і** визначається наступним чином (рис. 3.16):

- через відповідний напрям **і** проводиться вертикальна півплощина;

- будується схематичний переріз цією півплощиною затінюючого об'єкта;

- на перерізі проводиться з РТ дотична до контуру затінення;

- **вертикальний кут затінення** γ_i - це кут між горизонталлю і дотичною.

Примітка. При затінюючих будинках складної форми (кулеподібної чи розширеної догори) у певних напрямках **і** вертикальний кут затінення може бути обмежений знизу не лінією горизонту, а нижньою дотичною до перерізу будинку січною півплощиною.

5. **Тінюва маска світлопрорізу** методом РТ будується в такій послідовності:

- на плані визначається положення РТ (рис. 3.15);

- визначається **горизонтальний кут інсоляції** (рис. 3.12);

- на плані визначаються розрахункові напрями інсоляції **А, Б, В, ...** (рис. 3.16);

- ці напрями відносно півночі наносяться на носій тінювої маски так, щоб вони пройшли через полюс сонячної карти;

- по кожному напрямку **А, Б, В, ...** визначаються **вертикальні кути інсоляції** $\beta_A, \beta_B, \beta_C, \dots$ (рис. 3.16);

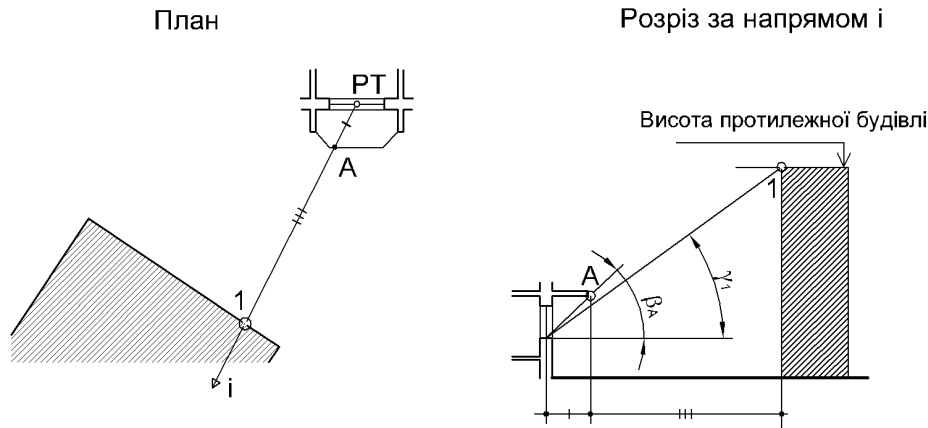


Рис. 3.16 - Визначення вертикальних кутів інсоляції і затінення за методом РТ

- значення цих кутів відкладаються на відповідних напрямках на носії тіньової маски за допомогою шкали альмукантаратів сонячної карти;
- отримані точки з'єднуються кривою з урахуванням точок зламу;
- заштриховують частину небосхилу, яка не спостерігається з розрахункової точки.

6. **Тіньова маска окремого протилежного будинку** за методом РТ будується в такій послідовності:

- на генплані визначається горизонтальний кут затінення РТ будівлею і напрямки **1,2,3, ...**, в яких буде мати місце злам контуру тіньової маски;
- ці напрями відносно півночі наносяться на носій тіньової маски так, щоб вони пройшли через полюс сонячної карти;
- за кожним напрямом **1,2,3, ...** визначаються вертикальні кути затінення $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots$;
- значення цих кутів відкладаються на відповідних напрямках на носії тіньової маски за допомогою шкали альмукантаратів сонячної карти;
- отримані точки з'єднуються кривою з урахуванням точок зламу;
- заштриховують частину небосхилу, яка затінюється будинком.

7. **Суміщена тіньова маска** утворюється накладенням тіньових масок світлопрорізів і оточення.

8. **Розрахунковий час інсоляції** визначається незатіненими ділянками сонячних траєкторій за розрахунковий період доби з початку другої години після сходу Сонця до початку останньої години перед його заходом.

В курсовій роботі для виконання п. 3.4 завдання необхідно за допомогою методу сонячної карти з використанням РТ визначити відповідність нормативним вимогам тривалості інсоляції приміщення першого поверху через віконний отвір з балконом

Згідно завдання треба розрахувати тривалість інсоляції приміщення в будинку 1. Світлопроріз прямокутної форми, розташований по центру у вертикальній стіні, затінюється балконною плитою прямокутної форми. Навпроти світлопрорізу є протилежні будівлі $H_2=45\text{м}$; $H_3=75\text{м}$; $H_4=60\text{м}$; $H_5=75\text{м}$ (рис. 3.17). Район будівництва - м. Київ ($\varphi = 50,4^\circ$ пн. ш.).

Суміщена тіньова маска світлопрорізу побудована в такій послідовності:

- на генплані з розрахункової точки проведено напрями на роги сусідніх будинків, які видно з розрахункової точки, - напрями на точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (рис. 3.17). Таким чином, визначаються горизонтальні кути затінення сусідніми будинками. Такі ж напрями відносно півночі проводяться з центру сонячної карти (рис. 3.20);

- по кожному напрямку визначаються натуральні величини вертикальних кутів затінення (рис. 3.19). Значення цих кутів відкладаються на відповідних напрямках на сонячній карті за допомогою шкали альмукантаратів (рис. 3.20);

- за отриманими точками будувється тіньова маска забудови;

- на плані приміщення з РТ проводяться промені до зовнішніх ребер бічних укосів вікна - напрями на точки А і Д (рис. 3.19, а). Таким чином, визначається горизонтальний кут інсоляції. В рамках горизонтального кута інсоляції проводяться додаткові напрями на точки Б, В і Г, що є визначальними для урахування затінюючого впливу балконної плити. Такі ж напрями відносно півночі проводяться з центру сонячної карти (рис. 3.20);

- на розрізі приміщення для кожного напрямку визначається вертикальний кут інсоляції (рис. 3.19, б). Значення цих кутів відкладаються на відповідних напрямках на сонячній карті за допомогою альмукантаратів (рис. 3.20). За отриманими точками будувється **тіньова маска світлопрорізу**. При цьому слід мати на увазі, що точкам зламу контуру балконної плити будуть відповідати злами на контурі тіньової маски; прямолінійним граням затінюючого об'єкта (балконної плити, даху сусідньої будівлі) на сонячній карті відповідає дуга кола, тому для її побудови необхідно взяти по одній додатковій точці на кожній грані.

- **суміщена тіньова маска** отримана накладенням тіньових масок світлопрорізу і сусідніх будинків.

Для спрощення побудови суміщеної тіньової маски усі значення горизонтальних і вертикальних кутів інсоляції і затінення, а також відстані від розрахункової точки до характерних точок оточуючих будинків і затінюючої балконної плити слід звести у допоміжну таблицю (приклад див. табл. 3.12).

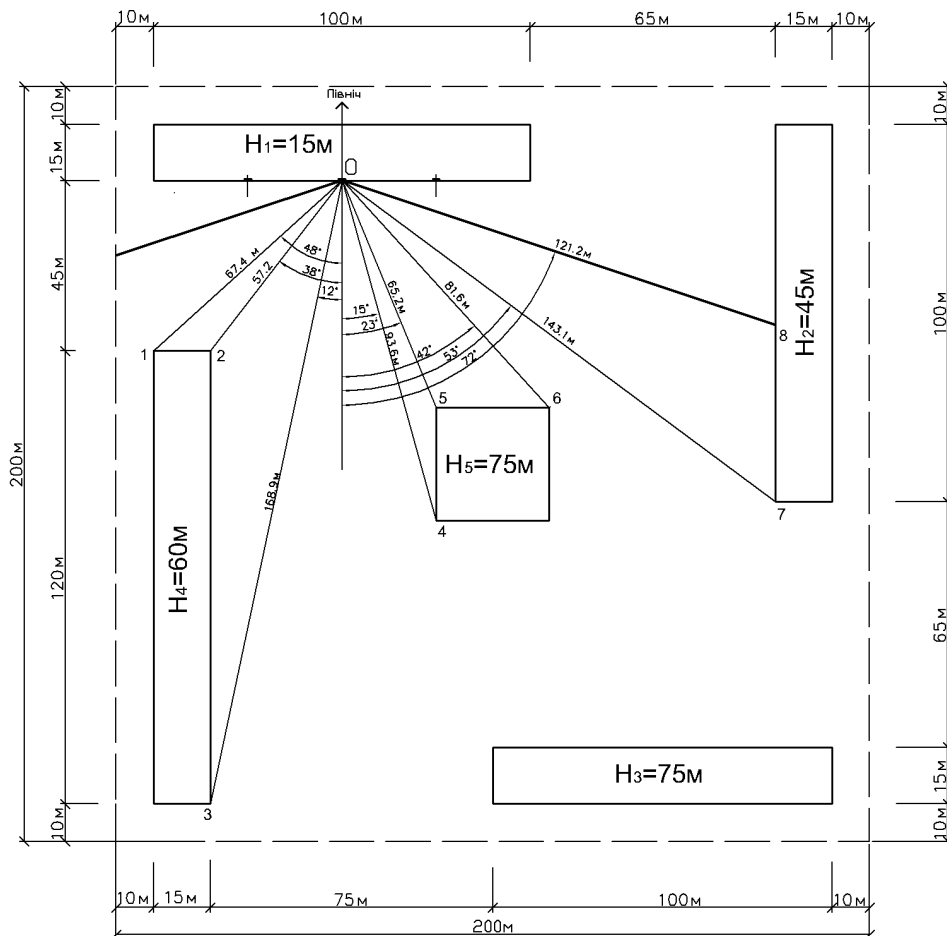


Рис. 3.17 - Визначення горизонтальних кутів затінення сусідніми будинками і напрямів для побудови тіньової маски забудови

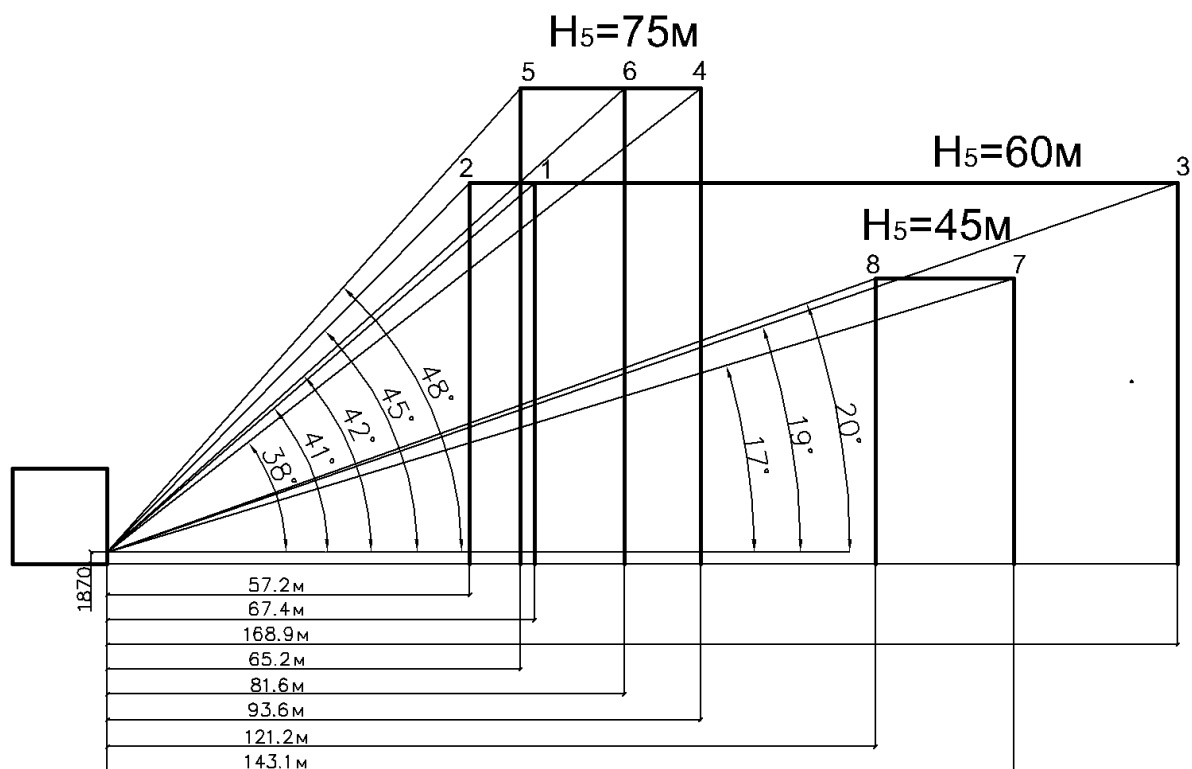


Рис. 3.18 - Визначення вертикальних кутів затінення сусідніми будинками

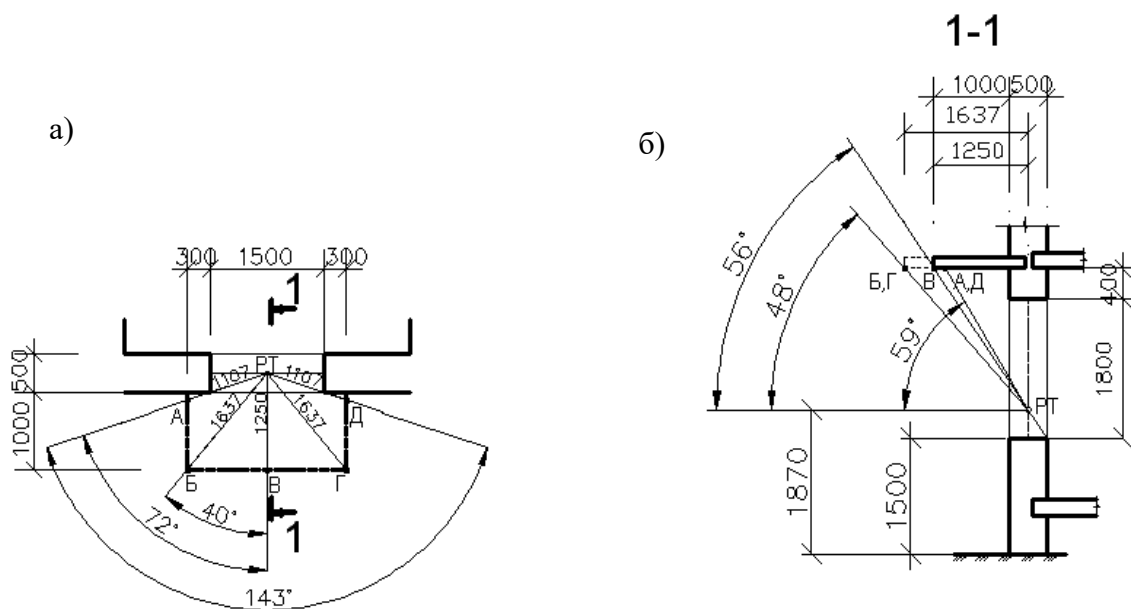


Рис. 3.19 - Визначення горизонтального кута інсоляції та напрямів для побудови тіньової маски світлопрорізу (а) і вертикальних кутів інсоляції (б)

Таблиця 3.13 - Горизонтальні і вертикальні кути затінення і інсоляції і геометричні параметри для побудови суміщеної тіньової маски за методом розрахункової точки

Г характерної точки	Вертикальний кут інсоляції, °	Горизонтальний кут затінення, °	Вертикальний кут затінення, °	Відстань від РТ до характерної точки, м	Висота від РТ до характерної точки, м
1	2	3	4	5	6
1	-	48	41	67,4	60
2	-	38	45	57,2	60
3	-	12	19	168,9	60
4	-	15	38	93,6	75
5	-	23	48	65,2	75
6	-	42	42	81,6	75
7	-	53	17	143,1	45
8	-	72	20	121,2	45
А	59	72	-	1,107	-
Б	48	40	-	1,637	-
В	56	0	-	1,25	-
Г	48	40	-	1,637	-
Д	59	72	-	1,107	-

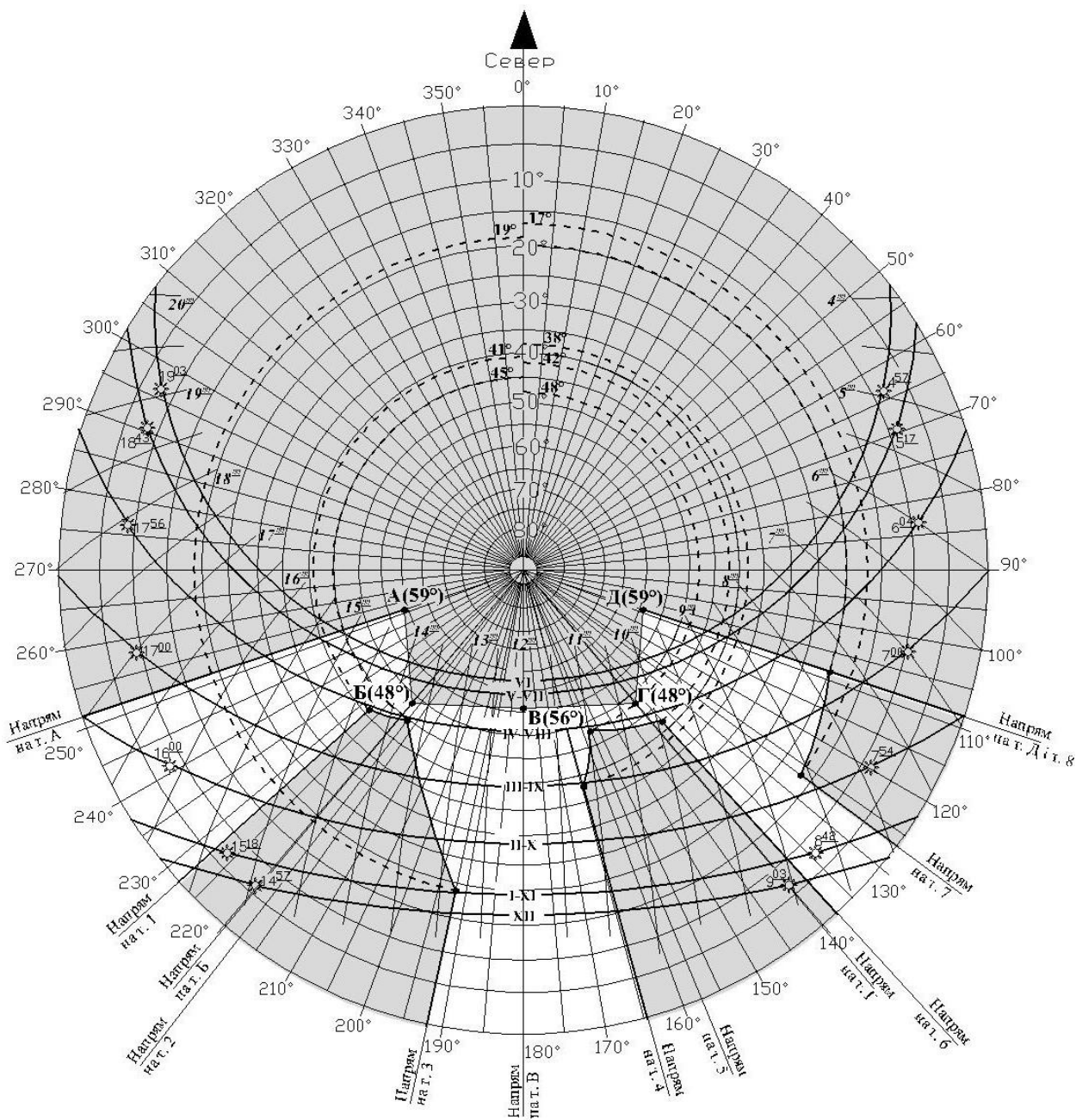


Рис. 3.20 - Приклад побудови суміщеної тіньової маски світлопрорізу для розрахунку тривалості інсоляції приміщення за методом розрахункової точки

Розрахункова тривалість інсоляції наводиться в таблиці 3.14 по часу, який відповідає точкам перетину відповідних проєкцій траєкторій Сонця з контуром суміщеної тіньової маски.

Таблиця 3.14 - Визначення розрахункової тривалості інсоляції приміщень

Місяць	Характеристики розрахункової інсоляції, год.						Нормативна тривалість інсоляції, год.
	Початок	Закінчення	Перерви початок-закінчення тривалість	Тривалість			
				загальна	розрахункова	найбільша безперервна	
ХІІ	10 ⁵⁰	12 ⁵⁰	-	2 ⁰⁰	2 ⁰⁰	2 ⁰⁰	-
I, XI	8 ⁴²	12 ⁴⁵	$\frac{9^{00} - 10^{55}}{1^{55}}$	2 ⁰⁸	2 ⁰⁸	1 ⁵⁰	-
II, X	8 ²⁷	16 ⁰⁰	$\frac{9^{15} - 11^{05}}{1^{50}}$ $\frac{13^{05} - 15^{08}}{2^{03}}$	3 ⁴⁰	2 ⁵²	2 ⁰⁰	-
III, IX	8 ⁰⁰	16 ²⁵	$\frac{9^{38} - 11^{10}}{1^{32}}$ $\frac{13^{25} - 14^{40}}{1^{15}}$	5 ³⁸	4 ⁰⁰	2 ¹⁵	3 ⁰⁰
IV, VIII	8 ¹⁰	15 ⁵⁰	-	7 ⁴⁰	7 ⁴⁰	7 ⁴⁰	2 ³⁰
V, VII	8 ⁴⁰	15 ²⁷	$\frac{10^{10} - 13^{30}}{3^{40}}$	3 ¹⁷	3 ¹⁷	1 ⁴⁰	3 ⁰⁰
VI	8 ⁵⁰	15 ¹⁰	$\frac{10^{05} - 13^{35}}{2^{10}}$	2 ³⁰	2 ³⁰	1 ¹⁵	3 ⁰⁰

Із аналізу даних табл. 3.14 можна зробити висновок, що розрахункова тривалість інсоляції приміщення відповідає нормативним вимогам в усі періоди, окрім червня, що пов'язано із затінюючим впливом балконної плити. В подібних випадках, якщо виникає необхідність точніше врахувати затінюючий ефект балконної плити, проводять розрахунок за допомогою сонячної карти за методом граничної поверхні (ГП).

3.8 Оцінка аерації забудови

3.8.1 Загальні відомості

В якості попереднього варіанту оцінки аерації забудови рекомендується методика трансформації повітряного потоку Ф.Л. Серебровського [89]. Суть методики полягає у використанні коефіцієнтів трансформації (τ), які показують частку зменшення або збільшення швидкості вільного повітряного потоку під впливом будь-якого виду перешкоди.

Швидкість в i -ій точці на території забудови визначається за значенням швидкості на метеостанції \bar{u}_m , помноженої на загальний коефіцієнт трансформації K за формулою

$$\bar{u}_i = \bar{u}_m K. \quad (3.6)$$

Загальний коефіцієнт трансформації K представляє собою добуток чотирьох основних коефіцієнтів трансформації у вигляді

$$K = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4. \quad (3.7)$$

З метою спрощення розрахунків дана методика застосовується з наступними допущеннями:

- рельєф території будівництва спокійний і збігається з рельєфом метеостанції, тому $\tau_1 = 1$;

- коефіцієнт трансформації міської забудови – $\tau_2 = 1$;

- при визначенні коефіцієнта трансформації будівлями (τ_3) розглядається тільки напрямок вітру, перпендикулярний до площини фасадів будівель, як найбільш характерний;

- коефіцієнт трансформації малими архітектурними засобами та благоустроєм (τ_4) враховується тільки в рекомендаціях щодо поліпшення вітрового режиму в характерних точках території забудови.

Значення коефіцієнта τ_4 в першому наближенні можна приймати за таблицею 3.15. Використання зелених насаджень в розглянуто в Додатку В.

Таблиця 3.15 - Значення τ_4 для різних поверхонь

Найменування поверхні	τ_4
Газони	1,0
Асфальтові проїзди і тротуари	1,4
Майданчики	1,3
Чагарники до 0,5 м	0,7
Чагарники до 1,0 м	0,5

Розрахунок зводиться до знаходження коефіцієнта трансформації τ_3 , який вказує на зміну швидкості вільного потоку u_2 під впливом будівлі. За будівлею утворюється деяка вітрова тінь. Під вітровою тінню в містобудуванні розуміється область за будівлею, де швидкість вільного потоку зменшується в 2 і більше разів (в деяких джерелах говориться на 50%). В області вітрової тіні (при максимальному значенні швидкості вільного потоку $u_2 = 7$ м/с) швидкість не перевищує 3,5 м/с, що близько до комфорту. Однак при великих значеннях швидкості вільного потоку швидкість в вітровій тіні може виявитися більше за комфортну або, навпаки, при менших значеннях в області вітрової тіні з'являться дискомфортні застійні зони. У зв'язку з цим, задаючись значенням комфортної швидкості u_k , правильніше буде знаходити області комфортних і дискомфортних швидкостей.

3.8.2 Значення комфортних швидкостей

За даними [82] значення комфортних швидкостей (u_k) для температур зовнішнього повітря t_s слід вважати:

- від +10 до +25 °С – в межах 1 – 3 м/с (нижня межа для виявлення застійних зон);
- від +10 до -15 °С – в межах 0,6 – 2,5 м/с;
- від -15 до -30 °С – в межах 0,5 – 2 м/с.

Дані швидкості відносяться до зони перебування людини – близько 2 м від поверхні землі.

3.8.3 Перерахунок швидкості з рівня флюгера на рівень перебування людини

У першому наближенні зміна швидкості вітру за висотою може бути описана ступеневим законом [85,50]. Перерахунок значення розрахункової швидкості u_m для висоти 2 м від поверхні землі ведеться за формулою

$$u_2 = u_m \left(\frac{H_2}{H_m} \right)^{0,2} \quad (3.8)$$

де H_2 і H_m – відповідно висота 2 м і рівень флюгера на метеостанції;

u_2 і u_m - відповідно швидкості на висоті 2 м і рівні флюгера метеостанції.

Зазвичай $H_m = 10$ м, тоді формула (3.8) набуває вигляду

$$u_2 = u_m \left(\frac{H_2}{H_m} \right)^{0,2} = u_m \left(\frac{2}{10} \right)^{0,2} = 0,725 u_m \quad (3.8a)$$

3.8.4 Вітровий режим в приземній області одиночної будівлі

При напрямку вітру перпендикулярно до будівлі утворюються три основні зони:

- зона вихрового руху за будівлею, характерна зниженням швидкості вільного потоку, як зазначалося вище, "комфортною тінню", яка повинна визначати простір з комфортним вітровим режимом. Такий напрям характеризується тим, що за будівлею утворюється найбільша за площею тіньова зона.
- зона знижених швидкостей перед будівлею, характеризується квазістаціонарним вихором (за Е.І. Ретгером [85]);
- зона кутових течій, характерна зривами потоку з кутів будинку із збільшенням початкової швидкості руху.

Для приблизної оцінки розглядається тільки перша зона. Графічна побудова тіней виконується за кожним будинком (довжиною L і висотою H) окремо. Для протяжних будівель ($L > 2H$) тінь (рис. 3.21a) являє собою трапецію. У деяких випадках при коротких будівлях або значній їх висоті ($L \leq 2H$) трапеція перетворюється в трикутник (рис. 3.21б).

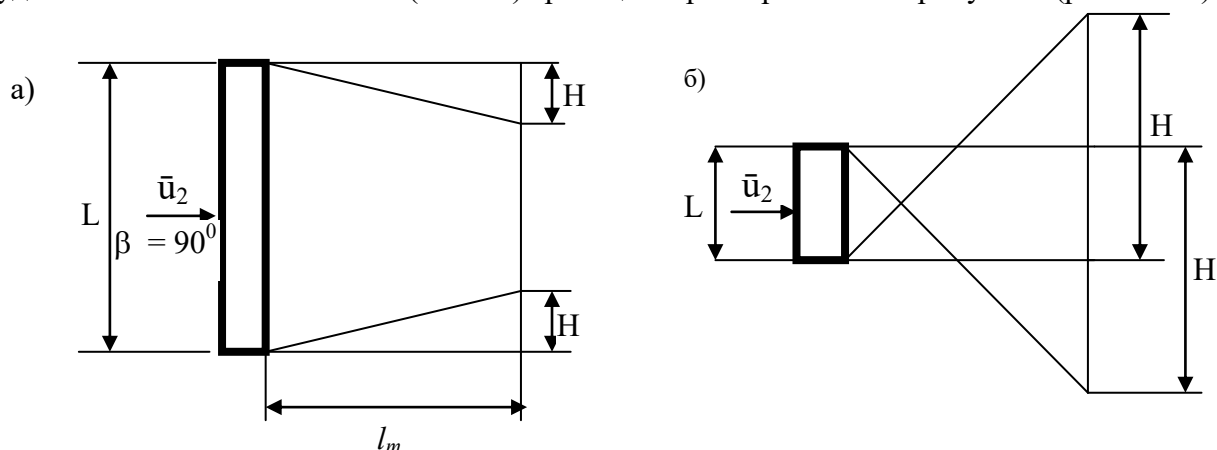


Рис. 3.21 - Приклад побудови вітрової тіні за будинком при $\beta = 90^\circ$

а – у вигляді трапеції, б – трикутника.

Однією стороною трапеції є завітрений бік будівлі, а друга сторона укорочена з обох боків на величину висоти будівлі (H). Висотою цієї трапеції є довжина тіні l_m . Довжина тіні l_m – є відстань до лінії, що обмежує область, де швидкість вільного потоку знизилася з урахуванням величини τ_3 .

Тіні від будівель, розташованих в забудові, можуть накладатися одна на одну або виходити за межі червоної лінії забудови.

Відносна довжина тіні \bar{l}_m являє собою відношення довжини тіні до висоти будівлі. Її величина визначається залежністю

$$\bar{l}_m = l_m / H. \quad (3.9)$$

Відносна довжина тіні може бути знайдена [11] за графіком рис. 3.22.

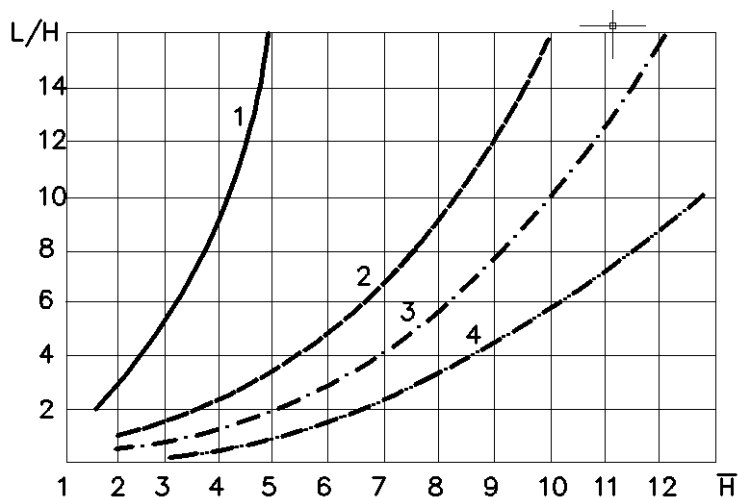


Рис. 3.22 - Залежність довжини вітрової тіні окремої будівлі від співвідношення довжини фасаду будівлі до висоти при напрямку вітру 90° до фасаду. Коефіцієнт трансформації τ_3 швидкості вітру: 1 – $\tau_3 = 0,3$; 2 – $\tau_3 = 0,4$; 3 – $\tau_3 = 0,5$; 4 – $\tau_3 = 0,6$ (за [82]).

Для кожної будівлі забудови знаходиться відношення довжини до висоти (L/H). Причому довжиною вважається сторона будівлі, що перпендикулярна напрямку вітру. За графіком рис. 3.21 за кожним будинком окремо (по відношенню L/H і кривій з відповідним значенням τ_3) знаходиться відносна довжина відповідної тіні \bar{l}_m . Відносна довжина тіні визначена у висотах будівлі.

Довжина тіні в метрах розраховується за формулою

$$l_m = \bar{l}_m \cdot H \quad (3.10)$$

В курсовій роботі для виконання п.4 завдання проводиться оцінка аерації забудови за наступним алгоритмом.

1. Встановлюється розрахунковий напрямок вітру по відношенню до будівель забудови, записується значення, \bar{u}_m ;

2. За формулою (3.8а) розраховується швидкість \bar{u}_2 на рівні 2 м від поверхні землі;

3. Записується значення верхньої межі комфортності швидкості, \bar{u}_κ^e ;

4. Знаходиться коефіцієнт трансформації (τ_3), що знижує швидкість \bar{u}_2 до рівня комфортної за формулою

$$\tau_3 = \bar{u}_\kappa^e / \bar{u}_2 \quad (3.11)$$

5. Знаходиться відношення довжини будинку до висоти L/H .

6. За графіком рис. 3.22 по співвідношенню L/H і кривій τ_3 відшукується відносна довжина тіні в висотах, \bar{l}_{mi} ;

7. Визначається довжина тіні в метрах $l_{mi} = \bar{l}_{mi} \cdot H_i$;

8. Будується область комфортних тіней за будівлею (рис. 3.23);

9. Обчислюються площі тіней S_{mi} за кожним будинком в межах червоної лінії забудови.

10. Обчислюється коефіцієнт захищеності забудови за формулою

$$K_m = \Sigma S_{mi} / S_o, \quad (3.12)$$

де ΣS_{mi} – сума площ тіней (в межах червоної лінії) за всіма будівлями, m^2 ;

S_o – площа території забудови в межах червоної лінії, що не зайнята будівлями, m^2 .

Якщо тіні від будівель накладаються одна на одну, то в розрахунку враховується тільки результуюча тінь.

11. Робиться висновок про захищеність території забудови:

- якщо $K_m \geq 0,5$ – територія захищена від вітру;
- якщо $K_m < 0,5$ – територія не захищена від вітру.

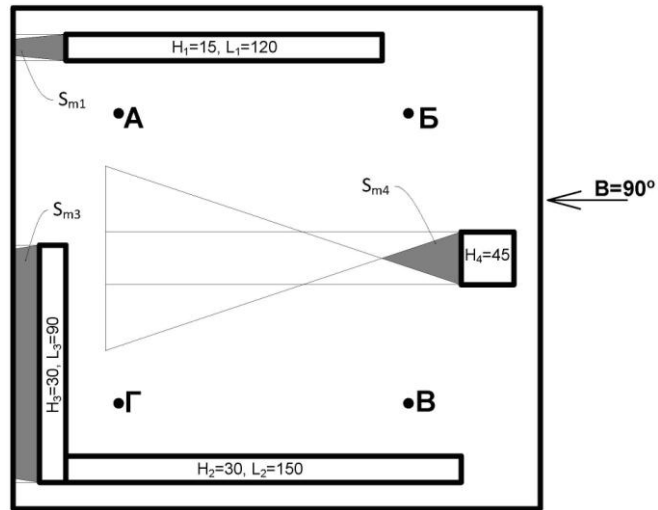


Рис. 3.23 - Приклад побудови комфортних тіней за будівлями

Список рекомендованої літератури

1. Римша А.Н. Градостроительство в условиях жаркого климата: Учебник для вузов.— М.: Стройиздат, 1979.—312 с.
2. Рагон М. Города будущего / Пер. с франц. В.Г. Калиша и Ж.С. Розенбаума; Под ред. Д.Б. Хазанова; Предисл. И.М. Смоляра. М.: Мир, 1969. — 296 с.
3. Велев П. Города будущего / Пер. с болг. С.Д. Ланской; Под ред. А.Э. Гутнова. — М.: Стройиздат, 1985. — 160 с.
4. Бархин М.Г. Архитектура и город. — М.: Наука, 1979. — 223 с.
5. Архитектурная физика: Учеб. для вузов: Спец. "Архитектура" /В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского.- М.: Стройиздат, 1998. -448 с.
6. Березовский Б.И., Васьяковский А.П. Проектирование и строительство зданий в условиях сурового климата и вечномёрзлых грунтов. Учеб. пособие для вузов. Л., Стройиздат, 1977, 232 с.
7. Основы теории градостроительства: Учеб. для вузов. Спец. "Архитектура" // З.Г. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров и др.; Под ред. З.Н. Яргиной. — М.: Стройиздат, 1986. — 326 с.
8. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудови міських і сільських поселень. — К.: Укрархбудінформ, 1993. — 110 с.
9. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов.- Л.: Гидрометеиздат, 1983. -455 с.
10. Климат Киева / Под ред. Л.И. Сакали. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 288 с.
11. Ландсберг Г.Е. Климат города. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
12. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов. Спец. "Архитектура". — М.: Стройиздат, 1988. — 272 с.
13. Підгорний О.Л. Геометричне моделювання надходження сонячної радіації на різні поверхні // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.:КІБІ, 1993. – Вип. 54. – С. 10-12.
14. Мартинов В.Л. Побудова карти надходження сонячної радіації на рельєф місцевості протягом доби // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.:КІБІ, 1993. – Вип. 54. – С. 132-136.
15. Єлізаров О.А., Запривода В.І. Реалізація задачі надходження сонячної радіації на об'єкти складної сцени в середовищі DELPHI // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.:КНУБА, 1999. – Вип. 66. – С. 223-225.
16. Підгорний О.Л. Про реальні умови сонячного освітлення архітектурних об'єктів і тінеутворення // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.:КНУБА, 2000. – Вип. 67. – С. 16-20.
17. Руководство по определению теплоступлений в помещения промышленных зданий от инсоляции /ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 172 с.
18. Блинов В. А. Архитектурная климатология в градостроительном проектировании. Учеб. пособие. ч. I. Основы архитектурной климатологии. —М.: МВССО РСФСР, 1977. — 106 с.
19. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 335 с.
20. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения /Пер. с англ. Б. Е. Маслова, А.В. Швецово; Под ред. Б. Е. Маслова. — М.: Стройиздат, 1984. — 360 с.
21. Давыдов В. П. Основы архитектурно-строительной климатологии. Учебное пособие. — Куйбышев, КИСИ им. А.И. Микояна, 1978. — 77 с.
22. Романова Е.Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата.— Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 279 с.
23. Справочник проектировщика. Градостроительство / Под общ. ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1978. – 367 с.

24. Скрыль И.Н. Инсоляция в градостроительстве: Уч. пособие. - К.: УМК ВО, 1992. - 64 с.
25. Скрыль И.Н. Инсоляция жилья. - К.: Будівельник, 1981. - 76 с.
26. Орел С.И. Геометрические вопросы автоматизированного построения инсохрон // Прикл. геометрия и инж. графика. - К.: Будівельник, 1986. - Вип. 41. - С. 35-38.
27. Дунаев Б.А. Инсоляция жилища. - М.: Стройиздат, 1979.- 104 с.
28. Солнцезащита зданий. / А.Я. Штейнберг: под ред. д-ра техн. наук А. Л. Подгорного. — К.: Будівельник, 1986. — 104 с.
29. Рудницкий А.М. Быстрый расчет инсоляции // Строительство и архитектура.- 1957, № 11. - С. 18-20.
30. Масленников Д.С. Анализ ошибок при графоаналитических расчетах инсоляции помещения // Архитектура СССР. - 1968, № 6. - С. 35-38.
31. Масленников Д.С. Новый метод определения инсоляции городской застройки // Архитектура СССР. - 1958, № 8. - С. 56-57.
32. Тваровский М. Солнце в архитектуре. Перевод с польск. А.Н.Еньютиной. - М.: Стройиздат, 1977. - 285 с.
33. Харкнесс Е., Мехта М. Регулирование солнечной радиации в зданиях. — М.: Стройиздат, 1984. - 176 с.
34. Стукало Е.В. Визначення проєкцій на горизонтальну площину лінії зламу функції затемнення при прямолінійних контурах споруд // Прикл. геометрия та інж. графика. - К.: КНУБА, 2001. - Вип. 69. - С. 223-225.
35. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы.- Л.: Гидро-метеоздат, 1984. -751 с.
36. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011. Будівельна кліматологія. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 126 с.
37. Орлова Л.Н. Метод энергетической оценки и регулирования инсоляции на жилых территориях // Дисс. к.т.н. - Горький, 1985. - 191 с.
38. Ок. В. Математический метод определения плотности застройки для улучшения биоклиматических свойств жилых помещений // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. - М.: Стройиздат, 1987. - С. 41-49.
39. Миклер Й. Расчет поступления солнечной радиации на произвольно ориентированную и наклонную поверхность // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. - М.: Стройиздат, 1987. - С. 148-155.
40. Хоффман М.Е., Шарлин Н. Оценка климатического влияния застроенных участков при помощи моделирования методом групповой тепловой постоянной // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. - М.: Стройиздат, 1987. - С. 72-78.
41. Оболенский Н.В. Архитектура и солнце. - М.: Стройиздат, 1988. - 207 с.
42. Ершов А.В. Методы расчета радиационного режима городской застройки // Строительная климатология. Труды Международного симпозиума. - М.: ВНИИИС, 1982. - С. 570-575.
43. Пателеев В.А. Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации с учетом эффективного излучения // Строительная климатология. Труды Международного симпозиума. - М.: ВНИИИС, 1982. - С. 586-592.
44. Пателеев В.А., Величко В.П. Метод расчета суточных и месячных тепlopоступлений от солнечной радиации на вертикальные поверхности любой ориентации // Строительная климатология. Труды Международного симпозиума. - М.: ВНИИИС, 1982. - С. 670-675.
45. Гамбург П.Ю. Расчет солнечной радиации в строительстве. - М. Стройиздат, 1966. - 140 с.
46. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: Учеб. для неэнергетич. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1988. - 479 с.

47. Айзенштат Б.А. Оценка радиационного влияния различных элементов городской среды на тепловое состояние человека для целей градостроительства // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 66-71.
48. Sharlin N., Hoffman M.E. The urban complex as factor in the air-temperature pattern in Mediterranean coastal region // Energy and Building, #7, 1982. – p. 149-158.
49. Сергейчук О.В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огороджуючих конструкцій будинків. Навч. посібник. – К.: Такі справи, 1999. – 156 с.
50. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.
51. Дюшен-Марюллаз Ф. Ветер на территории застройки // Строительная климатология. Материалы Международного симпозиума. Часть III. – М.: ЦНИИПромзданий, 1983. – С. 190-208.
52. Глауман М. Ветровые условия в зонах жилых домов в Швеции // Строительная климатология. Труды Международного симпозиума. – М.: ВНИИИС, 1982. – С. 476-493.
53. Семашко К.И. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки. – М.: Стройиздат, 1986, – 59 с.
54. Гандемер Ж., Барно Г. Методы учета ветра как климатического фактора в строительстве. Практические рекомендации // Строительная климатология. Материалы Международного симпозиума. Часть III. – М.: ЦНИИПромзданий, 1983. – С. 133-174.
55. Албертс У. Учет неблагоприятного воздействия ветра при проектировании // Строительная климатология. Материалы Международного симпозиума. Часть III. – М.: ЦНИИПромзданий, 1983. – С. 229-247.
56. Алиев Ф.Г. Моделирование теплового и ветрового режимов строительных комплексов в жарком климате // Строительная климатология. Материалы Международного симпозиума. Часть III. – М.: ЦНИИПромзданий, 1983. – С. 175-189.
57. Атмосфера. Справочник / Редкол.: Ю.С.Седунов и др. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. -509 с.
58. МСН 2.04-01-98. Строительная климатология / Издание официальное. – М.: МНТКС, 1999. — 113 с.
59. Михель В.М. К методике климатических характеристик метелей. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 159 с.
60. Ионов Ю.Н. Оценка снегоотложений в жилой застройке на территории тимано-печорского ТПК // Градостроительство, жилые и общественные здания на севере. – Л.: Стройиздат, 1981. – С.67-81.
61. Штоль Т.М., Евстратов Г.И. Строительство зданий и сооружений в условиях жаркого климата: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 349 с.
62. Закиров Р.С. Железные дороги в песчаных пустынях. – М.: Транспорт, 1980. –221 с.
63. Иванов Б. А. Инженерная экология. —Л.: ЛГУ, 1989. — 188 с.
64. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс. В 2-х т. Т.2. Справочное пособие / Под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш.шк., 1996. – 655 с.
65. Бериня Дз.Ж., Мелецис В.П. Экологические изменения в зоне автодорог. // Природа. 1982, №12. — с 18.
66. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве. Под. ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
67. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г. Хюбнер и др. / Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987. – 558 с.
68. Трофімович В.В. Основи екології. Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1996. – 212 с.
69. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. – М.: Стройиздат. 1972. – 98 с.

70. Эмондс Х. Критерии оценки потенциальных концентраций выбросов в зонах застройки // Строительная климатология. Материалы Международного симпозиума. Часть III. – М.: ЦНИИПромзданий, 1983. – С. 350-365.
71. Мейнс А., Сеттер И., Дикер Д.Н., Тсвион Ш. Климатические условия, способствующие загрязнению воздуха и принципы выбора строительных площадок при планировании застройки городов // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 178-189.
72. Дегтярев В.Ф., Простаков В.М. Исследования воздушных течений и распространения промышленных выбросов в зоне застройки для защиты строительных конструкций от агрессивных загрязнителей атмосферы // Строительная климатология. Труды 2-го Международного симпозиума. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 190-195.
73. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 424 с.
74. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник в двух частях // под ред. С. Калверта, Г.М. Инглунда. М.: Металлургия, 1988. – С. 712. 760.
75. Руководство по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках. – М.: ВЦНИИ ОТ, 1985. – 80 с.
76. ОДН – 86. Методика расчетов концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 50 с.
77. СН 369-74. Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – М.: Стройиздат, 1975. – 40 с.
78. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника / Минстрой России. М.:ГП ЦПП, 1996. – 29 с.
79. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. — М.: Высш. школа, 1982. — 415 с.
80. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудови міських і сільських поселень. — К.: Укрархбудінформ, 1993. — 110 с.
81. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.:МНТКС, 2004. – 126 с.
82. Лицкевич В.К. Жилище и климат.— М.: Стройиздат, 1984. - 288 с.
83. Римша А.Н. Город и жаркий климат. – М., Стройиздат, 1975. – 280 с.
84. Фирсанов В.М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата: Учебник для студентов архит. и строит. специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 248 с.
85. La protection contre le vent. J. Gandemer, A. Guyot. Nant, Marseille, 1981. – 78 p.
86. ДБН В.1.1-2:2006. Нагрузки и воздействия, Нормы проектирования. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 60 с.
87. ДСП ґ 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (зі змінами). – К.: Науковий гігієнічний центр МОЗ України, 1996. – 46 с.
88. ДСТУ–Н Б В.2.2-27:2010. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 52 с.
89. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. – М.: Стройиздат, 1985. – 170 с.
90. Коваленко П.П., Орлова Л.Н. Городская климатология: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1993. – 144 с.: ил.

одаток А
ЗНАЧЕННЯ ПАРЦІАЛЬНОГО ТИСКУ НАСИЧЕНОЇ ВОДЯНОЇ ПАРИ E (Па)
ДЛЯ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР

А. Для температур від 0 °С до -40 °С

t, °С	E	t, °С	E	t, °С	E	t, °С	E	t, °С	E
0,0	611	-5,4	388	-10,6	245	-16,0	151	-23,0	77
-0,2	601	-5,6	381	-10,8	241	-16,2	148	-23,5	73
-0,4	592	-5,8	375	-11,0	237	-16,4	145	-24,0	69
-0,6	581	-6,0	368	-11,2	233	-16,6	143	-24,5	65
-0,8	573	-6,2	363	-11,4	229	-16,8	140	-25,0	63
-1,0	563	-6,4	356	-11,6	225	-17,0	137	-25,5	60
-1,2	553	-6,6	351	-11,8	221	-17,2	135	-26,0	56
-1,4	544	-6,8	344	-12,0	217	-17,4	132	-26,5	53
-1,6	535	-7,0	337	-12,2	213	-17,6	129	-27,0	51
-1,8	527	-7,2	332	-12,4	209	-17,8	128	-27,5	48
-2,0	517	-7,4	327	-12,6	207	-18,0	125	-28,0	45
2,2	509	-7,6	321	-12,8	203	-18,2	123	-28,5	44
-2,4	500	-7,8	315	-13,0	199	-18,4	120	-29,0	41
-2,6	492	-8,0	309	-13,2	195	-18,6	117	-29,5	39
-2,8	484	-8,2	304	-13,4	191	-18,8	116		
-3,0	476	-8,4	299	-13,6	188	-19,0	113	-30	37
-3,2	468	-8,6	293	-13,8	184	-19,2	111	-31	34
-3,4	460	-8,8	289	-14,0	181	-19,4	109	-32	30
-3,6	452	-9,0	284	-14,2	179	-19,6	107	-33	27
-3,8	445	-9,2	279	-14,4	175	-19,8	105	-34	25
-4,0	437	-9,4	273	-14,6	172			-35	22
-4,2	429	-9,6	268	-14,8	168	-20,0	103	-36	20
-4,4	423	-9,8	264	-15,0	165	-20,5	99	-37	18
-4,6	415			-15,2	163	-21,0	93	-38	16
-4,8	408	-10,0	260	-15,4	159	-21,5	89	-39	14
-5,0	401	-10,2	255	-15,6	156	-22,0	85	-40	12
-5,2	395	-10,4	251	-15,8	153	-22,5	81	-41	11

Б. Для температур від 0 °С до +30 °С

t, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	611	615	620	624	629	633	639	643	648	652
1	657	661	667	671	676	681	685	691	696	701
2	705	711	716	721	727	732	737	743	748	753
3	759	764	769	775	780	785	791	796	803	808
4	813	819	825	831	836	843	848	855	860	867
5	872	879	885	891	897	904	909	916	923	929
6	935	941	948	955	961	968	975	981	988	995
7	1001	1009	1016	1023	1029	1037	1044	1051	1059	1065
8	1072	1080	1088	1095	1103	1109	1117	1125	1132	1140
9	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196	1204	1212	1220
10	1228	1236	1244	1253	1261	1269	1279	1287	1295	1304
11	1312	1321	1331	1339	1348	1355	1365	1375	1384	1393
12	1403	1412	1421	1431	1440	1449	1459	1468	1479	1488
13	1497	1508	1517	1527	1537	1547	1557	1568	1577	1588
14	1599	1609	1619	1629	1640	1651	1661	1672	1683	1695
15	1705	1716	1727	1739	1749	1761	1772	1784	1795	1807
16	1817	1829	1841	1853	1865	1877	1889	1901	1913	1925
17	1937	1949	1962	1974	1986	2000	2012	2025	2037	2050
18	2064	2077	2089	2102	2115	2129	2142	2156	2169	2182
19	2197	2210	2225	2238	2252	2266	2281	2294	2309	2324
20	2338	2352	2366	2381	2396	2412	2426	2441	2456	2472
21	2486	2502	2517	2533	2548	2564	2580	2596	2612	2628
22	2644	2660	2676	2691	2709	2725	2742	2758	2776	2792
23	2809	2826	2842	2860	2877	2894	2913	2930	2948	2965
24	2984	3001	3020	3038	3056	3074	3093	3112	3130	3149
25	3168	3186	3205	3224	3244	3262	3282	3301	3321	3341
26	3361	3381	3401	3421	3441	3461	3482	3502	3523	3544
27	3565	3586	3608	3628	3649	3672	3693	3714	3736	3758
28	3780	3801	3824	3846	3869	3890	3913	3937	3960	3982
29	4005	4029	4052	4076	4100	4122	4146	4170	4194	4218
30	4242	4268	4292	4317	4341	4366	4390	4416	4441	4466

Додаток Б

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ В ІНСОЛЯЦІЙНИХ РОЗРАХУНКАХ [88]**1 вертикальний кут затінення за напрямом**

При розрахунку за методом розрахункової точки (РТ) - збігається з вертикальним кутом затінення у площині даного напрямку.

При розрахунку за методом граничної поверхні (ГП) - мінімальний вертикальний кут затінення у площинах даного напрямку

2 вертикальний кут затінення у площині

При розрахунку за методом РТ - кут у вертикальній площині, яка розглядається і проходить через РТ, між лінією горизонту та променем, проведеним з РТ, дотичним до контуру верхівки протилежного будинку або поверхні рельєфу.

При розрахунку за методом ГП - кут у вертикальній площині, яка розглядається, між лінією горизонту та променем, дотичним до контурів верхівки протилежного будинку або поверхні рельєфу і верхнього екрануючого елемента світлопрорізу

3 вертикальний кут інсоляції за напрямом

При розрахунку за методом РТ - збігається з вертикальним кутом інсоляції у площині даного напрямку.

При розрахунку за методом ГП - максимальний вертикальний кут інсоляції у площинах даного напрямку.

4 вертикальний кут інсоляції у площині

Максимальний кут між променями, що надходять від неба у вертикальній площині, що розглядається:

при розрахунку за методом РТ - у розрахункову точку;

при розрахунку за методом ГП - на граничну поверхню.

Визначається з урахуванням екрануючих елементів світлопрорізу, але без урахування протилежних будинків та рельєфу

5 горизонтальний кут затінення

При розрахунку за методом РТ - кут між променями, що проходять через РТ і дотикаються до контуру протилежного будинку у плані чи горизонталі поверхні рельєфу, що має позначку РТ.

При розрахунку за методом ГП - кут між променями, дотичними у плані до контуру протилежного будинку, у межах яких ГП повністю затінюється цим контуром і екрануючими елементами світлопрорізу. У випадку затінення поверхнею рельєфу - контуром горизонталі, що має позначку центра світлопрорізу

6 горизонтальний кут інсоляції

Максимальний кут між горизонтальними проєкціями променів, що надходять від небесної півсфери:

при розрахунку за методом РТ - у розрахункову точку;

при розрахунку за методом ГП - на граничну поверхню.

Визначається з урахуванням екрануючих елементів світлопрорізу, але без урахування протилежних будинків та рельєфу

7 гранична поверхня інсоляції

Умовна світлопрозора поверхня, що є продовженням внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції в межах світлопрорізу

8 добова траєкторія Сонця; сонячна траєкторія

Крива на небесній сфері, по якій умовно рухається Сонце протягом однієї доби на фіксованій географічній широті. У цій настанові прийнято допущення, що добова траєкторія руху Сонця - це коло

9 екрануючі елементи світлопрорізу

Відкоси світлопрорізів, а також елементи фасаду, що розташовані навколо них (козирки, плити лоджій та балконів, стінки лоджій, вертикальні сонцезахисні екрани тощо), які затіняють світлопро-зору конструкцію

10 інсоляційна лінійка

Інструмент для визначення інсоляції, виконаний на світлопрозорому матеріалі, на який нанесено проекції на горизонтальну площину променів у час сходу та заходу Сонця та в інші години певного дня року, а також лінії перетину конуса сонячних променів з горизонтальними площинами, проведеними через заданий крок по висоті; викреслюється у масштабі. Будується для конкретної географічної широти. У цьому стандарті використовуються інсоляційні лінійки для 22 березня та 22 вересня, виконані у масштабі М 1:2000 та М1:500 для кожного градуса широти в межах від 45° до 52° пн. ш.

11 інсоляція

Пряме сонячне опромінення поверхонь чи просторів

11.1 інсоляція приміщення

При розрахунку за методом РТ - надходження сонячних променів у розрахункову точку будь-якого світлопрорізу приміщення.

При розрахунку за методом ГП - надходження сонячних променів на граничну поверхню будь-якого світлопрорізу приміщення

11.2 інсоляція території

Опромінення території прямою сонячною радіацією

12 координати Сонця

Кути, за допомогою яких фіксується миттєве положення Сонця на небесній сфері

12.1 азимут Сонця

Кут, що відраховується за годинниковою стрілкою від напрямку на північ до сонячної площини. Змінюється в межах від 0° до 360°

12.2 висота Сонця

Кут у сонячній площині між сонячним променем та горизонталлю. Якщо Сонце знаходиться над горизонтом, його висота додатна і може бути в межах від 0° до 90°, інакше - від'ємна в межах від 0° до -90°.

13 небесна сфера

Уявна сфера довільного радіуса, на яку проектується небесні світила (далі - Сонце). Центром сфери зазвичай є розрахункова точка

13.1 небесна півсфера, небозвід, небо

Частина небесної сфери, що розташована вище лінії горизонту

14 нормований період інсоляції

Період року з 22 березня до 22 вересня, протягом якого нормується тривалість інсоляції згідно з ДСП 173, СанПиН 2605, ДБН 360

15 розрахункова висота об'єкта

При розрахунку за методом РТ- перевищення об'єкта над розрахунковою точкою.

При розрахунку за методом ГП - для екрануючих елементів світлопрорізу -

перевищення об'єкта над найнижчою точкою ГП;

для оточення - перевищення об'єкта над найвищою точкою ГП.

16 розрахункова точка інсоляції

Точка, у якій розраховується тривалість інсоляції приміщення через окремих світлопроріз або його частину

17 сонцезахист

Комплекс заходів зі зменшення шкідливого впливу прямої сонячної радіації у приміщеннях, зокрема, перегрівання

18 сонячна карта

Інструмент для інсоляційних розрахунків, що являє собою проекцію на горизонтальну площину денної небесної півсфери, на якій відображені сонячні траєкторії, годинні лінії та координатна сітка, що складається з азимутальних ліній та альмукантаратів, і може бути ортогональною, стереографічною тощо. Будується для конкретної географічної широти. У цьому стандарті використовуються стереографічні сонячні карти, що отримані проектуванням небесної півсфери на площину її основи з точки надира (найнижчої точки небесної сфери) для кожного градуса широти в межах від 45° до 52° пн. ш.; відображені траєкторії Сонця для 22 числа кожного місяця, годинні лінії через 10 хв, координатна сітка має розмір 5°x5°.

19 сонячна площина

Вертикальна площина, що проходить через фіксовану точку паралельно сонячним променям

20 сонячний час

Час, що пройшов з моменту, коли Сонце знаходилось у найнижчій точці сонячної траєкторії до моменту, що розглядається. У північній півкулі Сонце о 12⁰⁰ за сонячним часом має азимут 180° (знаходиться на півдні)

20.1 годинна лінія

Крива на небесній сфері, що з'єднує положення Сонця з однаковим значенням сонячного часу всіх діб року

21 тіньова маска

Графічне відображення на сонячній карті чи інсоляційній лінійці зони екранування небозводу певним об'єктом

21.1 тіньова маска оточення

Графічне відображення на сонячній карті чи інсоляційній лінійці зони екранування небозводу протилежними будинками та рельєфом

21.2 тіньова маска світлопрорізу

Графічне відображення на сонячній карті чи інсоляційній лінійці зони екранування небозводу екрануючими елементами світлопрорізу

21.3 суміщена тіньова маска світлопрорізу

Графічне відображення на сонячній карті чи інсоляційній лінійці зони екранування небозводу екрануючими елементами світлопрорізу, протилежними будинками та рельєфом

21.4 суміщена тіньова маска приміщення

Графічне відображення на сонячній карті чи інсоляційній лінійці зони небозводу, що не спостерігається ні через жоден світлопроріз приміщення

21.5 носій тіньової маски

Калька, на якій будується тіньова маска. При використанні комп'ютерних графічних систем -окремий шар

22 тривалість інсоляції приміщення

Інтервал часу доби, протягом якого інсолюється приміщення.

Примітка. Тривалість інсоляції визначається за умов ясного неба та без урахування зелених насаджень (згідно з СанПиН 2605)

22.1 безперервна тривалість інсоляції приміщення

Інтервал часу доби, протягом якого ні екрануючі елементи світлопрорізу, ні протилежні будинки, ні рельєф місцевості ні на мить не перешкоджають інсоляції приміщення

22.2 гігієнічний норматив інсоляції, нормативна тривалість інсоляції

Тривалість інсоляції, яка забезпечує санітарно-гігієнічні якості приміщень згідно з СанПиН 2605, ДСП 172, ДСП 173, ДСанПіН 5.5.2008, ДБН 360, ДБН В.2.2-3, ДБН В.2.2-4, ДБН В.2.2-9, ДБН В.2.2-10, ДБН В.2.2-15

23 розрахункова тривалість інсоляції

Тривалість інсоляції приміщення за період з початку другої години після сходу Сонця до початку останньої години перед його заходом.

Примітка. Якщо інсоляція переривається більше ніж один раз, то за розрахункову тривалість інсоляції беруть суму тривалості двох найбільших періодів інсоляції.

ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010

24 Позначки та скорочення

РТ - розрахункова точка інсоляції.

ГП - гранична поверхня інсоляції.

$\alpha, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ - горизонтальні кути інсоляції чи певного його сектора.

$\beta, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots$ - вертикальні кути інсоляції у певній площині чи певному напрямі.

$\gamma, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots$ - вертикальні кути затінення у певній площині чи певному напрямі.

☉ - початок і кінець розрахункових періодів діб на сонячних картах.

Додаток В
**ЗАСТОСУВАННЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ В РЕГУЛЮВАННІ МІКРОКЛІМАТУ
 ТЕРИТОРІЇ**

Зелені насадження можуть виконувати функцію корекції аераційного режиму території житлової забудови. Для успішної реалізації завдань реконструкції до розробки проекту озеленення залучаються фахівці - дендрологи. Загальні рекомендації для архітекторів можна запозичити в роботах Ф.Л. Серебровского [89], J. Gandemer і A. Guyot [85].

Зелені насадження представляють собою повітропроникні перепони, вітрозахисні властивості яких залежать від їх просвітності. Просвітність або ажурність (γ) може визначатися співвідношенням суми площ просвітів F_{np} до загальної площі перепони F_o

$$\gamma = \Sigma F_{np} / F_o . \quad (\text{Б .1})$$

Для найбільш розповсюджених в озелененні дворових просторів зелених насаджень з рівномірною по висоті (H) просвітністю $\gamma = 0,2$ і $0,3$ пропонується залежність коефіцієнта трансформації τ_4 у вигляді

$$\begin{aligned} \tau_4 &= A \cdot \cos(B \cdot \bar{x} + C) + D && \text{при } -8 < \bar{x} < G; \\ \tau_4 &= -e^{-F(\bar{x}-G)} + K && \text{при } -G < \bar{x} < 40, \end{aligned} \quad (\text{Б.2})$$

де $\bar{x} = x/H$ - відносна відстань від центру зеленого насадження. Значення емпіричних коефіцієнтів A, B, C, D, F, G, K наведено в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 - Значення емпіричних коефіцієнтів і членів формули Б.2 [89]

γ	A	B	C	D	F	G	K
0,2	0,4	0,09	0,73	0,6	0,04	3	1,2
0,3	0,31	0,077	0,62	0,62	0,025	5	1,38

Для практичних цілей використовуються різні поєднання зелених насаджень по просвітні і конструктивним рішенням. Слід пам'ятати, що продувається зелені насадження можуть викликати ефект збільшення початкової швидкості. Наприклад, якщо зелені насадження знаходяться на відстані $\leq 2H$ від торців лінійних будівель, то початкова швидкість зростає на 10-20%. В цілому, вітрозахисний ефект від зелених насаджень поширюється приблизно на відстань близько 40 висот.

Навчальне видання

Тимофєєв Микола Васильович
Сергейчук Олег Васильович
Шамріна Галина Вікторівна

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА
КЛІМАТИЧНИХ УМОВ
ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ**

Комп'ютерне верстання *Ю.Г. Томащука*

Підписано до друку 28.12.2015. Формат 60×84_{1/8}
Ум. друк. Арк.. 14,88,25 . Обл.-вид. арк. 16.
Тираж 300 прим. Вид. ґ 2 /Л-16.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680
Е-mail: red-isdat@ukr.net , тел. (044)241-54-22, 241-54-87

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
Видавничої справи ДК ґ 8 08 від 13.02.2002 р.